

CULTURAS FORRAGEIRAS NO BRASIL:

USO E PERSPECTIVAS



Editores

Mércia Virginia Ferreira dos Santos

José Neuman Miranda Neiva

2022

Culturas Forrageiras no Brasil: uso e perspectivas

Culturas Forrageiras no Brasil: uso e perspectivas

Editores

Mércia Virginia Ferreira dos Santos

José Neuman Miranda Neiva

As informações contidas nos capítulos são de inteira responsabilidade dos respectivos autores.

Todos os direitos reservados aos autores.

Nenhuma parte dessa obra pode ser reproduzida sem a prévia autorização escrita dos autores e editores.

Editorção eletrônica e Capa - Suprema Gráfica e Editora Ltda.

Revisão - Editores e Autores

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Culturas forrageiras no Brasil [livro eletrônico] :
uso e perspectivas / editores Mércia Virginia
Ferreira dos Santos, José Neuman Miranda Neiva. --
Visconde do Rio Branco, MG : Suprema Gráfica,
2022.
PDF

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-85-8179-184-5

1. Agropecuária 2. Pastagens 3. Plantas
forrageiras - Brasil 4. Plantas forrageiras - Cultivo
I. Santos, Mércia Virginia Ferreira dos. II. Neiva,
José Neuman Miranda.

22-132647

CDD-633.20981

Índices para catálogo sistemático:

1. Brasil : Plantas forrageiras : Agricultura
633.20981

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

Prefácio

A produção de carne vermelha, desde seus primórdios, esteve ligada ao uso de pastagens. A importância dos ecossistemas de pastagens naturais ou cultivados para a sobrevivência da espécie humana é inquestionável, entretanto, recente e brevemente, as pastagens foram apresentadas à sociedade como danosas ao meio ambiente.

Atualmente, as pastagens bem manejadas, voltaram a ser o centro das atenções pelo grande potencial enquanto mitigadoras dos prejuízos causados pelos gases de efeito estufa. Em boa hora é lançado o livro digital intitulado **“PLANTAS FORRAGEIRAS: USO E PERSPECTIVAS”** onde várias inovações vieram à tona.

A primeira foi o lançamento de uma obra ampla, com autores renomados das mais variadas regiões do Brasil e de importantes instituições nacionais e internacionais. Esta obra é resultante de uma amizade e parceria construída entre os editores, desde 1993, nos tempos de doutorado na Universidade Federal de Viçosa.

A segunda inovação foi publicar um material em formato digital e de acesso gratuito. Em época em que as instituições de ensino e de pesquisa brasileiras passam por processos de cortes severos nos investimentos, o livro digital é uma pequena viagem ao mundo da ciência em pastagens no Brasil. A presente obra é um sopro para espantar as dúvidas que pairam sobre a importância do investimento em pesquisa e inovação no Brasil.

Contudo, não se pode esquecer que esta obra foi, acima de tudo, um formidável encontro de grandes estudiosos das pastagens brasileiras. O que se espera é que, a partir desse encontro, conhecimentos sólidos e com base científica cheguem aos produtores brasileiros, técnicos e alunos de graduação e de pós-graduação.

Por fim, agradecemos aos autores e às autoras que dispensaram seu precioso tempo, sem nenhuma remuneração, para a realização desta obra. Esperamos que a pecuária brasileira faça bom uso dos conhecimentos aqui apresentados. E que, cada autor e autora, consiga manter essa chama de responsabilidade com o homem do campo brasileiro.

Jose Neuman Miranda Neiva - UFNT

Mercia Virginia Ferreira dos Santos - UFRPE

Esse livro é dedicado à memória dos saudosos professores Iderval Farias, Mário de Andrade Lira e Antônio de Pádua Maranhão Fernandes, pelos conhecimentos transmitidos, inspiração, pioneirismo e dedicação às pesquisas em Forragicultura.

Sumário

1	Características desejáveis em plantas forrageiras	Valdson José da Silva Mércia Virginia Ferreira dos Santos Williane Patrícia da Silva Diniz Natália Viana da Silva Márcio Vieira da Cunha	09
2	Principais espécies de <i>Brachiaria</i>	Ricardo Andrade Reis Wilton Ladeira da Silva Rondinelli Pavezzi Barbero Abmael da Silva Cardoso	35
3	Principais espécies de <i>Cynodon</i>	Magno José Duarte Cândido Francisco Gleyson da Silveira Alves Clemente Fernandes dos Santos Neto Marcos Neves Lopes	61
4	A espécie <i>Panicum maximum</i> e a nova pecuária brasileira	Carlos Augusto de Miranda Gomide Liana Jank Domingos Sávio Campos Paciullo Janaina Azevedo Martuscello Valéria Pacheco Batista Euclides	89
5	Capim-elefante, opção forrageira de alta produtividade	Rayanne Thalita de Almeida Souza Mércia Virginia Ferreira dos Santos Pedro Henrique Ferreira da Silva Geane Dias Gonçalves Márcio Vieira da Cunha	121
6	Capim-buffel, forrageira para áreas secas	Márcio Vieira da Cunha Janerson José Coêlho Pedro Henrique Ferreira da Silva Evaristo Jorge Oliveira de Souza	151
7	Capim-urocloa, alternativa para região semiárida	Luíce Gomes Bueno Diego Barcelos Galvani Tadeu Vinhas Voltolini Fábio Mendonça Diniz	177
8	Palma forrageira, reserva estratégica	Mércia Virginia Ferreira dos Santos Rayanne Thalita de Almeida Souza José Carlos Batista Dubeux Jr. Safira Valença Bispo Djalma Cordeiro dos Santos	199

9	Leguminosas nativas	José Carlos Batista Dubeux Júnior Mércia Virginia Ferreira dos Santos Italvan Milfont Macêdo James Pierre Muir Mario de Andrade Lira Junior	231
10	Leguminosas exóticas	Valéria Xavier de Oliveira Apolinário João Tiago Correia Oliveira Suellen Miranda Costa Rayanne Thalita de Almeida Souza Williane Pastrícia da Silva Diniz	263
11	Potencial forrageiro de plantas da Caatinga	Mércia Virginia Ferreira dos Santos Rayanne Thalita de Almeida Souza Márcio Vieira da Cunha André Luiz Rodrigues Magalhães Divan Soares da Silva	285
12	Alternativas de plantas forrageiras de inverno	Lúis Fernando Glasenapp de Menezes Magali Floriano da Silveira Fernanda Bernardi Scheeren	313
13	Plantas forrageiras graníferas	José Nildo Tabosa Eric Xavier de Carvalho Mércia Virginia Ferreira dos Santos Marcelo de Andrade Ferreira José Geraldo Eugênio de França	337
14	Metabólitos secundários com função aditiva para melhorar o valor nutritivo de plantas forrageiras	Evaristo Jorge Oliveira de Souza James Pierre Muir Mércia Virginia Ferreira dos Santos Luana Mayara Dantas Queiroz Kelly Cristina dos Santos Márcio Vieira da Cunha	373
15	Relações entre a escolha da planta forrageira e a espécie animal	Janaina Azevedo Martuscello Manoel Eduardo Rozalino dos Santos Thiago Gomes dos Santos Braz	403
16	Desempenho animal em pastagens tropicais	Antonia Sherlânea Chaves Vêras Dulciene Karla de Andrade Silva Talita Almeida de Paula Valdson José da Silva	431
17	Fenação de plantas forrageiras	Odilon Gomes Pereira Karina Guimarães Ribeiro	463

1

Características desejáveis em plantas forrageiras

Valdson José da Silva¹

Mércia Virginia Ferreira dos Santos^{1,2}

Williane Patrícia da Silva Diniz¹

Natália Viana da Silva¹

Márcio Vieira da Cunha¹

Introdução

As plantas forrageiras assumem um papel chave no cenário nacional devido a extensão de área que ocupam e a grande dependência da atividade pecuária das pastagens. Apenas na cadeia da bovinocultura de corte, estima-se que mais de 85% dos animais sejam criados e terminados exclusivamente a pasto (Abiec, 2021). Além disso, os animais terminados em confinamento passam, pelo menos parte da vida, tendo as pastagens como principal fonte de alimento. Vale destacar ainda, que além dos bovinos de corte, as plantas forrageiras também são componentes de outras cadeias produtivas, como a criação de bovinos leiteiros, caprinos, ovinos, equinos, e até de sistemas de criação de aves (caipira) e suínos (e.g. sistema de criação ao ar livre).

Existem diversas opções de forrageiras no cenário nacional e periodicamente são lançadas novas opções no mercado com diferenças em termos de adaptação as

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco

² Bolsista de produtividade do CNPq

condições ambientais e formas de utilização. A avaliação e lançamento de algumas plantas forrageiras no cenário nacional contribuíram para uma verdadeira revolução na pecuária nacional (Jank et al., 2014). Um exemplo disso foi o lançamento da *Brachiaria decumbens* Stapf. syn. *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster, que devido a adaptação a solos pobres e ácidos (tipos de solos comumente destinados a formação de pastagens no Brasil) foi responsável em alavancar a pecuária nacional. Contudo, começou-se a observar que esta forrageira apresentava elevada susceptibilidade a cigarrinha das pastagens [*Deois flavopicta* (Stal.) e *Notozulia entreriana* (Berg.)] (Pedreira et al., 2017) e casos de fotossenibilização em animais (Low, 2015), o que acelerou a busca por novos materiais (Lara et al., 2020). Em 1984, a Embrapa lançou a *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf syn. *Urochloa brizantha* cv. Marandu, que foi responsável por um grande avanço na pecuária brasileira, devido a maior potencial de produção de forragem deste cultivar e, especialmente, a maior tolerância a cigarrinha das pastagens.

Diversas características das plantas forrageiras são consideradas por pesquisadores na seleção de opções que atendam as demandas do setor produtivo, bem como por produtores no momento da formação e/ou substituição de plantas forrageiras na propriedade. Neste capítulo, serão destacadas algumas características consideradas desejáveis em plantas forrageiras.

Elevada produção de forragem

Plantas forrageiras com maior potencial de produção de forragem têm sido o desejo de grande parte dos produtores há muito tempo, uma vez que é uma característica que tem potencial para contribuir para aumento da taxa de lotação e produtividade na propriedade. Contudo, embora seja uma característica de grande importância, outros fatores também devem ser considerados na escolha de plantas forrageiras para implantação de áreas de pastagens ou capineiras.

De maneira geral, plantas forrageiras mais produtivas tendem a ser também mais exigentes em fertilidade do solo devido a maior demanda por nutrientes para crescimento. Isto fica evidente em capins dos gênero *Pennisetum* (syn. *Cenchrus*) que são, de maneira geral, conhecidos pelo elevado potencial de produção de forragem e também potencial de extração de nutrientes do solo, sendo a reposição de nutrientes relevante para persistência da produção. Já capins do gênero *Panicum* (syn. *Mehathyrus*), também considerados bastante produtivos, notadamente os cultivares Tanzânia e Mombaça, geralmente são mais indicados para situações de

manejo mais intensivo, onde geralmente se faz o uso de adubação (Barbosa et al., 2021).

É importante destacar que a produção de forragem de uma planta forrageira pode variar bastante em função de condições ambientais e de manejo, indicando que é necessário atentar para as condições em que a planta forrageira será mantida. Isto também evidencia que, em condições edafoclimáticas tão diversas como as do Brasil, é improvável que uma planta forrageira seja sempre a mais produtiva em todas as condições. Por exemplo, Santos et al. (2003) avaliaram o acúmulo de forragem de diferentes capins tropicais durante 175 dias sob corte em Recife-PE e observaram que o capim-marandu produziu 27,5 Mg MS ha⁻¹, enquanto Pequeno et al. (2015) avaliaram o mesmo capim sob corte durante dois anos em Piracicaba-SP e observaram média anual de acúmulo de forragem de 16,3 Mg MS ha⁻¹.

Além da produção de forragem, é importante considerar características como estabilidade do acúmulo de forragem (Cunha et al., 2007; Oliveira et al., 2011; Cunha et al., 2013), uma vez que alguns materiais forrageiros podem apresentar grande variação na produção de forragem ao longo do tempo comparativamente a outras opções de plantas forrageiras.

As variedades palma forrageira (*Nopalea* e *Opuntia*) destacam-se por sua adaptação ao clima semiárido (Ledo et al., 2019), devido ao metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) que contribui para maior aproveitamento de água e permite altos níveis de acúmulo de matéria seca (MS). Estima-se que a palma forrageira tem potencial para produzir 4 a 5 vezes mais matéria seca (MS) (Degu et al., 2009) por milímetro de chuva do que qualquer outro tipo de planta em condições de semiárido. Isto reforça a necessidade de se considerar as condições edafoclimáticas locais para estabelecer níveis esperados de produtividade para as plantas forrageiras.

Alta relação folha/caule

As folhas são os componentes morfológicos que geralmente participam em maior proporção da dieta dos animais em pastejo (Sollenberger et al., 2012), indicando maior preferência dos animais em detrimento de outros componentes, como caules ou colmos e material morto/senescente. Além disso, as folhas apresentam tecidos, como mesofilo, que permitem maior digestão (Lempp, 2007; Gomes et al., 2011), que devido a sua função no vegetal, tendem a apresentar maior concentração de nutrientes, contribuindo para maior valor nutritivo (Figura 1).



Figura 1. Cunhã (*Clitoria ternatea* L.) com elevada relação folha/caule, Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina, Carpina/PE, dezembro 2021. (A) Planta de cunhã; (B) Folhas de Cunhã.

O aumento da participação de caules na estrutura do dossel contribui para redução do valor nutritivo da forragem colhida pelos animais. E isso pode acontecer até mesmo com variedades que apresentam, de maneira geral, maior valor nutritivo, como é o caso dos genótipos de capim-elefante de porte baixo e leguminosas forrageiras. Pinto et al. (1994) indicaram que quando a relação folha/caule atinge o valor crítico de 1, pode ocorrer restrições ao consumo devido a redução do teor de proteína bruta e digestibilidade da forragem, bem como aumentos dos teores de fibra.

Além do potencial produtivo, plantas forrageiras que produzem maior quantidade de folhas, fornecem forragem de melhor qualidade, tendo em vista que é nas folhas onde há menor teor de fibras e maior concentração de nutrientes, principalmente em leguminosas (Muir et al., 2019). Silva et al. (2013) observaram uma relação folha/caule de 0,6 para o *Stylosanthes* cv. Campo grande aos 100 dias após o plantio, valores superiores foram verificados por Teixeira et al. (2010), que observaram relação folha/caule de 0,80 para *Stylosanthes guianensis* cv. Bandeirantes, 0,80, para *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão, e 0,90 para *Stylosanthes macrocephala* cv. Pioneiro, respectivamente.

Esta característica pode variar de acordo com a espécie/cultivar (Tabela 1), tempo de rebrotação e condições de manejo. A Tabela 1 traz dados de acúmulo de folhas e a Tabela 2 a relação folha/colmo de genótipos de capim elefante em condições de sequeiro e sob irrigação, indicando variação nessas características em função de genótipos e uso de irrigação.

Tabela 1. Taxa de acúmulo de folhas (kg de matéria seca ha por dia⁻¹) afetada pela interação entre genótipo e irrigação para genótipos de capim-elefante em Garanhuns, Pernambuco, Brasil.

Genótipo	Com irrigação	Sem irrigação
Mott	66 Aa	36 Ba
Taiwan A-146 2. 37	49 Ab	30 Ba
Elefante B	56 Aab	25 Ba
Iri 381	59 Aab	34 Ba

Letras maiúsculas na linha comparam condição hídrica e minúsculas dentro de uma coluna comparam genótipos, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Adaptado de Souza et al. (2021).

Tabela 2. Relação folha/caule afetada pela interação entre irrigação e época do ano para genótipos de capim-elefante em Garanhuns, Pernambuco, Brasil.

Época	Irrigada	Chuva	EPM	p-Valor
Chuvosa	0,84 Aa	0,77 Ab	0,12	0,005
Seca	1,32 Ba	2,01 Aa		

Letras maiúsculas na linha comparam irrigações e minúsculas dentro de uma coluna comparam estações, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). EPM = Erro padrão da média.

Fonte: Souza et al. (2021).

Embora o aumento da participação de caules na massa de forragem geralmente seja considerado negativo devido a possíveis impactos no valor nutritivo, é um importante componente para o acúmulo de forragem em forrageiras tropicais (Silva et al., 2016b; Lara et al., 2020), e podendo apresentar diferentes níveis de maturidade, e conseqüentemente, de degradação durante os processos digestivos.

Rapidez na rebrotação e velocidade para se estabelecer e dominar

A velocidade de rebrotação de uma planta forrageira é uma característica que pode permitir o aumento do número de colheitas em cada estação do ano e contribuir para reduzir a oportunidade de aparecimento de plantas indesejáveis na área (Michelangeli et al., 2010).

De maneira geral, plantas de crescimento prostrado ou rasteiro, (e.g. capins do gênero *Cynodon*), tendem a apresentar pontos de crescimento (meristemas) mais próximo ao solo, o que contribui para que permaneçam intactos após eventos

de colheita mecânica ou pastejo. Isso pode contribuir para maior velocidade de rebrotação devido a menor necessidade de remobilização de nutrientes e ativação de fitômeros para crescimento. Por outro lado, plantas cespitosas, como é o caso do capim-elefante e capins do gênero *Panicum*, tendem a elevar mais seu meristema apical e também suas folhas, facilitando a colheita mecânica ou por animais durante o pastejo (Figura 2). Assim, seus meristemas acabam ficando mais expostos a colheita, podendo também ocorrer maiores perdas por pisoteio.



Figura 2. Aspecto do crescimento do capim (a) *Brachiaria* sp. e do (b) Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. IRI-381), coleção de plantas forrageiras, Departamento de Zootecnia, UFRPE-Scde.

Sabe-se também que os compostos de reserva acumulados nas bases dos colmos e raízes apresentam um papel importante para o processo de rebrotação (Silva et al., 2016b), especialmente quando a área foliar residual e o potencial fotossintético do dossel após a colheita da forragem são reduzidos. Assim, plantas cespitosas que acabam expondo mais as folhas e pontos de crescimento a eventos de colheita, podem apresentar maior dependência do acúmulo de compostos de reserva para assegurar seu crescimento após a o corte ou pastejo. Por outro lado, condições de desfolhação que garantam maior área foliar residual, e conseqüentemente maior

fotossíntese do dossel após a colheita podem reduzir a dependência de compostos de reserva, bem como assegurar maior velocidade durante o processo de rebrotação.

É importante destacar ainda que, embora existam diferenças entre e dentro de espécies de plantas forrageiras, esta é uma característica fortemente influenciada por condições ambientais e de manejo.

Boa distribuição da produção de forragem

Idealmente, as plantas forrageiras deveriam apresentar padrões similares de crescimento e desenvolvimento ao longo do ano. Entretanto, sabe-se que ocorre grande variação nessas características ao longo do ano, resultando no que chamamos de sazonalidade de produção de forragem, e que tem grande impacto nos sistemas de produção baseados em pastagens.

A sazonalidade de produção de forragem tem sido considerada como uma das características mais indesejáveis entre produtores e técnicos, e pode afetar todo o planejamento forrageiro de uma propriedade. Contudo, em países ditos de agricultura desenvolvida, a produção de forragem é, muitas vezes, mais retrita em função de restrições ambientais (e.g. neve), entretando os níveis de produção são elevados.

Sabe-se que cada espécie forrageira apresenta características genéticas que interagem com ambiente e manejo, e resultam em um padrão de distribuição da produção de forragem ao longo do ano. A magnitude da sazonalidade é variável em função do grau de limitação imposto por cada um dos fatores ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Fatores ambientais como disponibilidade hídrica, temperatura, radiação solar e fotoperíodo afetam o crescimento vegetal e a distribuição da produção de forragem ao longo do ano.

Em grande parte da região Nordeste do Brasil, onde as temperaturas tendem a ser elevadas durante todo o ano e geralmente não ocorrem grandes variações em termos de quantidade e qualidade de radiação e duração do dia (fotoperíodo), a disponibilidade hídrica é o fator preponderante e que determina a sazonalidade de produção de forragem. Já em regiões em que ocorrem temperaturas baixas durante o “inverno agrostológico” e maior variação no fotoperíodo (e.g. Sudeste do Brasil), estes geralmente tornam-se os principais limitantes ao crescimento das plantas forrageiras, e conseqüentemente os que mais contribuem para variação na produção de forragem entre estações.

Fatores de manejo como irrigação e adubação (especialmente a nitrogenada), embora tenham potencial para reduzir a sazonalidade de produção de forragem, podem apresentar efeito limitado. Na região Nordeste, onde as temperaturas geralmente não restringem o crescimento das plantas forrageiras, há grandes limitações em termos de disponibilidade e qualidade da água, bem como elevados níveis de evapotranspiração que contribui para reduzir a eficiência do processo. Já em outras regiões, a produção de forragem pode ser limitada pelas baixas temperaturas e fotoperíodo, e mesmo com uso de irrigação, não resultar em grandes variações na sazonalidade de produção de forragem. Por outro lado, o uso de adubação precisa acontecer em condições em que há disponibilidade hídrica para assegurar a absorção de nutrientes pela planta forrageira.

O uso de adubação em situações em que há limitações de temperatura para crescimento não resulta em impactos significativos na distribuição da produção de forragem. Souza et al. (2021), estudando o efeito de irrigação (reposição da evapotranspiração) no acúmulo de folhas de genótipos de capim-elefante em Garanhuns-PE, observaram que o acúmulo de folhas foi 22% menor na época seca em comparação a época seca do ano. Silva et al. (2015) avaliaram o acúmulo de forragem de cultivares de *Cynodon* em Piracicaba-SP e observaram que mesmo com o uso de irrigação (ausência de déficit hídrico) e adubação nitrogenada, o acúmulo de forragem durante a época chuvosa correspondeu a valores entre 60 e 72% do total de forragem produzida devido a limitações de temperatura e fotoperíodo.

A variabilidade entre genótipos tem sido explorada para tentar selecionar plantas forrageiras de diferentes espécies com melhor distribuição da produção de forragem ao longo do ano. Por exemplo, Valle et al. (2004) reportaram durante o lançamento do capim-xaraés que este apresentava um crescimento de folhas 32% maior que o capim Marandu durante a época seca do ano. Em levantamento realizado por Pedreira e Silva (2020) para caracterizar a estacionalidade de produção de forragem de diferentes forrageiras tropicais foi indicado que a produção de forragem concentra-se, cerca de 70 a 85%, na época chuvosa do ano.

A palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) é um exemplo de planta que possui distribuição regular de produção de forragem ao longo do ano. Devido as suas características morfofisiológicas, que garante alta tolerância a seca, esta planta consegue mesmo sob déficit hídrico, manter ou mesmo aumentar o acúmulo de forragem neste período considerado crítico para o crescimento de outras plantas forrageiras.

Ser perene

No cenário nacional, a grande maioria das plantas forrageiras utilizadas para formação de pastagens e de áreas para corte, como capineiras e palmais, são perenes. Isso deve-se, em parte, ao elevado custo para formação e estabelecimento destas áreas (incluindo preparo da área, compra de sementes, tempo de espera para início do pastejo). Este custo tende a ser ainda maior quando se considera o tempo necessário para estabelecimento da planta forrageira na área (período em que o uso da área é limitado) que pode durar entre 60 a mais de 120 dias, dependendo da espécie forrageira e das condições edafoclimáticas da região.

O custo para estabelecimento de pastos varia de acordo com o nível tecnológico utilizado e também em função do tipo de material utilizado para plantio (sementes ou partes vegetativas). Herrera-Angulo et al. (2020) avaliaram a viabilidade econômica e o custo de implantação de 1 ha de palma Orelha de Elefante Mexicana em solos de média fertilidade e população de 27.778 plantas/ha, e observaram que o custo médio foi R\$16.202,16 e R\$7.208,96, para o primeiro e segundo ano, respectivamente. Já em estudo conduzido por Silva (2017), o valor para estabelecimento de 1ha de Tifton 85 a partir de mudas foi de mais de R\$3.800,00. Assim, o plantio anual de uma planta forrageira onera os custos de produção, ainda mais em cenários onde é utilizado grandes extensões de terras.

A perenidade de uma planta forrageira é assegurada por sua capacidade de rebrotação após cortes ou pastejos sucessivos, ou seja, sua habilidade de emitir folhas e crescer a partir dos meristemas remanescentes (apicais e intercalares), que lhe permite a sobrevivência a partir da formação de uma nova área foliar. A rebrotação, além de ser influenciada pelas condições ambientais, frequência e intensidade de corte ou pastejo, pode variar de acordo com a porcentagem de eliminação dos meristemas (apicais e intercalares), índice de área foliar (IAF) residual e carboidratos de reserva presentes na planta. O índice de área foliar reflete a dinâmica do crescimento vegetal (Gastal & Lemaire, 2015), e é obtido a partir da relação entre a área das folhas e área de solo como definido por Watson (1947). De acordo com Bréda (2003), o IAF afeta características acima e abaixo do dossel, determina e controla a interceptação de água e luz pelo dossel, bem como as trocas gasosas, sendo considerado um fator chave em ciclos biogeoquímicos em ecossistemas. Além disso, variações no IAF geralmente são acompanhadas por modificações na produtividade do dossel.

Tolerância a extremos de temperatura e umidade

A tolerância a extremos climáticos pelas plantas forrageiras torna-se cada vez mais importante devido as projeções de mudanças climáticas. Além disso, variações, mesmo que de relativa curta duração (e.g. veranicos), dependendo do nível de adaptação da planta, podem trazer enormes prejuízos a produção de forragem, e consequentemente ao sistema de produção.

De maneira geral, gramíneas tropicais (metabolismo fotossintético C₄) toleram maiores temperaturas que as de clima temperado (metabolismo fotossintético C₃). Por exemplo, Prado et al. (2016) avaliaram o capim *P. maximum* Jacq. [syn. *M. maximus* (Jacq.) BK Simon & SWL Jacobs] em temperaturas considerando cenários de mudanças climáticas com incrementos de +2°C, e observaram crescimento satisfatório uma vez que o aumento de temperatura não atingiu a temperatura máxima de 35°C, mantendo-se dentro da faixa de valores ótimos reportada por Cooper e Tainton (1968) para espécies forrageiras tropicais. Moreno et al. (2014), estudando a temperatura base inferior (T_{Bi}) para crescimento de cultivares de *Panicum*, observaram que o capim-massai apresentou valores de T_{Bi} de 16,5°C, temperatura dentro da faixa de resposta da fotossíntese em baixa temperatura (Yamori et al., 2014). Em trabalho com cinco cultivares de *Brachiaria* (*B. decumbens* cv. Basilisk e as *B. brizantha* cvs. Marandu, Xaraés, Arapoty e Capiporã), Lara (2007) calculou valores de 17; 16,3; 16,9; 16,3 e 17,1 °C para T_{Bi} dos cinco capins, respectivamente. Os cultivares de *Brachiaria* e *Panicum* em uso no Brasil até o momento, são plantas pouco tolerantes a baixas temperaturas, não sendo indicadas para regiões onde ocorrem geadas fortes e/ou frequentes.

O Capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) é, entre os capins tropicais, um dos que mais toleram limitações hídricas, sendo inclusive recomendado para cultivo e enriquecimento de pastagem nativa em áreas secas do Nordeste. Já entre os materiais que toleram certo nível de encharcamento, destacam-se a *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick (moderado), capim-de-planta (*Brachiaria* sp.), e Canarana (*Echinochloa pyramidalis* Lam.) (Vasconcelos et al., 2019).

A palma forrageira (*Opuntia* spp. e *Nopalea* spp.) pode tolerar temperaturas acima de 40 °C, especialmente em condições em que a temperatura noturna é mais baixa, indicando elevado nível de adaptação a tais condições, o que permite, inclusive a manutenção de crescimento e acúmulo de forragem durante a época seca do ano. Em função do elevado nível de adaptação a condições de semiárido no Nordeste brasileiro, a palma forrageira tornou-se um dos mais importantes recursos forrageiros para a região (Dubeux Jr. et al., 2021).

Tolerância a pragas e doenças

A susceptibilidade a pragas e doenças pode trazer enormes prejuízos, e dependendo do caso, justificar a busca e substituição de espécies ou cultivares já estabelecidas. A possível ocorrência de pragas e doenças é, inclusive, um dos fatores que contribuem para recomendações de diversificação de espécies e cultivares de plantas forrageiras no cenário brasileiro. A Tabela 3 apresenta alguns exemplos de plantas consideradas tolerantes e susceptíveis a determinados tipos de doenças e pragas.

Tabela 3. Forrageiras tolerantes e susceptíveis a determinados tipos de pragas e doenças

Pragas e doenças	Tolerantes	Suceptíveis	Fonte
Ataque de cigarrinha	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	<i>Brachiaria decumbens</i>	Nunes et al (1984)
Mancha foliar causada pelo fungo <i>Bipolaris maydis</i>	<i>P. maximum</i> cv. Zuri	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	Muir e Jank (2004)/ Embrapa (2014)
Ataque de formigas	<i>Brachiaria decumbens</i>	Pangola, Leucena	Barcellos et al (2001)/ Pedreira (1973)
Ataque de cochonilha do carmim	Palma Orelha de elefante Mexicana; Palma Orelha de elefante Africana; Palma Miúda ou doce	Palma Gigante, Palma IPA-20, Palma redonda	Vasconcellos et al (2009).

Entre os exemplos, está o caso da *Brachiaria decumbens* e a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu já mencionado previamente no início deste capítulo, onde o cultivar Marandu passou a ocupar parte das áreas anteriormente cultivadas com o cultivar Basilisk. O capim BRS Zuri, por outro lado foi lançado devido a maior tolerância a mancha foliar causada pelo fungo *Bipolaris maydis*, doença que vem causando perdas de produtividade e persistência no capim-tanzânia, um dos capins do gênero *Panicum* mais cultivados no Brasil. A helmintosporiose (*Helminthosporium* spp.) é uma das principais doenças foliareas do capim-elefante. Um estudo também foi realizado por Oliveira et al. (2011) para avaliar a adaptabilidade e estabilidade de clones de *Pennisetum* sp. sob pastejo a incidência de mancha ocular, na Zona da Mata de Pernambuco. Os autores reportaram que os genótipos Pusa Napier 1 P 31 e Roxo de Botucatu P 80 são genótipos que apresentam ampla adaptabilidade, com resistência ao *Helminthosporium* sp. na Zona da Mata de Pernambuco.

Um outro excelente exemplo da importância da tolerância a pragas e doenças é o caso da Palma forrageira. O aumento da incidência da cochonilha do carmim [*Dactylopius opuntiae* (Cockerell)] no início do século atual dizimou parte dos palméis, especialmente nos estados onde predominava o cultivo de variedades com elevado potencial de produção de forragem (como a Gigante e IPA-20), aumentando a vulnerabilidade das cadeias produtivas que dependiam deste recurso forrageiro (Aguilar et al., 2019). Estudos identificaram variedades de Palma consideradas tolerantes a esta praga (Vasconcelos et al., 2009; Silva et al., 2010), como a Orelha de elefante mexicana, a Míuda e a IPA Sertânia, que ajudaram a resolver o problema, e que acabaram substituindo as variedades susceptíveis em diversas áreas. O cultivo da Palma, entretanto, ainda convive com outras pragas e doenças, como a cochonilha de escama (*Diaspis echinocacti* Bouché) e a podridão negra.

Produzir elevada quantidade de sementes de boa qualidade e fácil colheita

A maior parte das plantas forrageiras utilizadas para formação de pastagens no Brasil são propagadas por sementes. A propagação por mudas ou partes vegetativas, inclusive, pode ser considerada como um fator que limita a expansão de áreas com determinadas plantas forrageiras, como é o caso de alguns cultivares do gênero *Cynodon* e *Pennisetum*.

Algumas plantas forrageiras, como o capim-elefante, podem apresentar elevada produção de sementes, porém com baixa viabilidade, o que inviabiliza a produção e comercialização (Rosa et al., 2019). Em tentativas para desenvolver variedades de capim-elefante com propagação via semente foram realizados cruzamentos com o Milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.], sendo lançado o cultivar Paraíso no mercado. Em relação a gênero *Cynodon*, também foi lançado o cultivar Vaquero, que é propagado por sementes. De forma geral, o preço de comercialização destas sementes é elevado.

A dificuldade de colheita, por sua vez, pode onerar o custo de produção da semente, fazendo com que, devido o alto preço, outras opções forrageiras, inclusive propagadas por mudas e partes vegetativas, tornem-se mais atrativas. Entre os exemplos, está o amendoim forrageiro (*Arachis* sp.) em que as sementes são produzidas em pequenas quantidades e alocadas debaixo solo, o que contribui para elevado custo da semente e também baixa disponibilidade no mercado.

O uso de sementes para estabelecimento de áreas contribui para a redução de custos de implantação (em função desde do preço de sementes, transporte e mão de obra em comparação a mudas/ parte vegetativa). Além disso, a produção de semente viável pela planta forrageira pode atuar como mecanismo de sobrevivência a intempéries ambientais (e.g. seca e ocorrência de fogo) e até a ataques de pragas. Com isso, a importância da produção de sementes vai além das questões econômicas.

Vale destacar que nos últimos anos, a adoção de tecnologias no beneficiamento de sementes (e.g. encrustamento) tem permitido uma sensível melhora na qualidade das sementes comercializadas no mercado de plantas forrageiras tropicais, evidenciado pelos elevados valores de valor cultural e de sementes puras viáveis observados nos últimos anos. Para alguns materiais forrageiros, entretanto, a dificuldade de colheita e níveis de pureza e germinação das sementes fazem com que a qualidade da semente comercializada tenha apresentado poucos avanços nos últimos anos, o como é caso do Capim-buffel e capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth).

Boa resposta a adubação

Um elevado nível de resposta a adubação é uma característica desejável em uma planta forrageira, porém o grau de relevância está relacionado ao nível tecnológico do sistema de produção.

O custo de oportunidade, custo da terra para ampliação da atividade, e também do produto obtido precisam ser considerados para definição de estratégias para uso eficiente da adubação em propriedades. Estratégias de manejo, como por exemplo a irrigação podem potencializar a eficiência de uso de nutrientes, favorecendo elevados níveis de produção de forragem, podendo contribuir para intensificação de sistemas de produção animal.

Considerando como exemplo a adubação nitrogenada, pode-se observar respostas crescentes de capins tropicais até doses elevadas. Em experimento conduzido por Castagnara et al. (2011) foi observado que a aplicação de N na dose máxima de 108 kg ha⁻¹ por corte promoveu eficiência máxima, e consequentemente aumento da produção de MS em capins do gênero *Panicum* (cv. Mombaça e Tanzânia) e *Brachiaria* (cv. Mulato). Há ainda forrageiras que respondem até doses mais elevadas, como o *P. maximum* cv. Tânzania, em pesquisa desenvolvida por Canto et al. (2013), foi avaliado a eficiência agrônômica do N em pastagens de capim-tanzânia, e foi reportado um aumento linear das massas de forragem, de folha verde e de

colmo até a dose de $400 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Entretanto, a eficiência de utilização do N aplicado tende a cair à medida que se ultrapassa o limite de $\pm 300\text{-}400 \text{ kg kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Canto et al., 2013). Há ainda forrageiras que respondem até doses ainda mais elevadas, como alguns cultivares de capim-elefante, colômbio e o capim-pangola. Outras forrageiras, como o capim-gordura, devido ao crescimento mais lento, só respondem com aumento na produção de forragem até doses moderadas, como $220\text{-}250 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. De acordo com Vicente-Chandler (1973), a adubação potássica e nitrogenada influencia positivamente a produção de matéria seca, sendo observados aumentos nos teores de proteína bruta associados a adubação.

O efeito mais difundido da adubação em pastagens consiste no aumento da produção de forragem (Figura 3) por unidade de área (Lira et al., 2006). A palma forrageira é outro exemplo de planta que apresenta boa resposta a adubação, notadamente a adubação orgânica (Dubeux et al., 2013; Silva et al., 2016a).

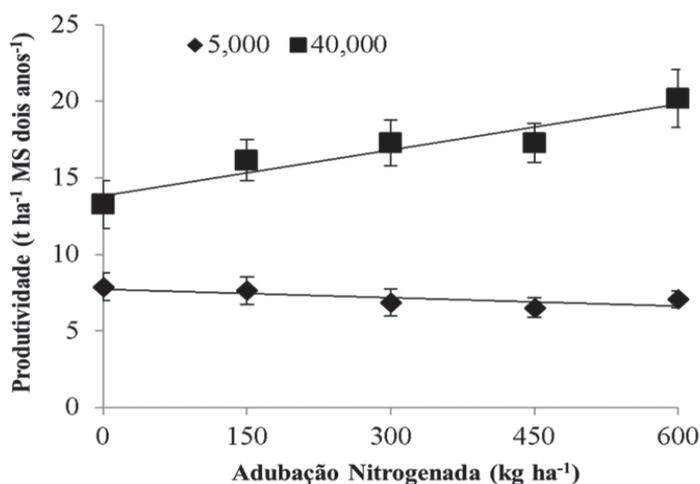


Figura 3. Efeito da adubação nitrogenada na produção de matéria seca (ton ha^{-1} em dois anos) de palma forrageira.

Barras indicam erro médio. $\hat{Y}_{5,000} = 1.112 + 0.0003N$ ($R^2 = 0.93$; $CV = 10.4$ $P < 0.0001$); $\hat{Y}_{40,000} = 7,16$.

Fonte: Souza et al. (2017).

É importante destacar que todas as plantas forrageiras apresentam algum nível de resposta a adubação. Porém, a eficiência da aplicação pode variar em função de características das plantas forrageiras e momento da aplicação. De maneira geral, níveis elevados de produção de forragem podem ser observados em condições em que há o adequado suprimento de macro e micronutrientes nas pastagens.

Ter bom valor nutritivo e persistência do valor nutritivo

O valor nutritivo de uma planta forrageira pode apresentar grande variabilidade em função de variações entre e dentro de espécies, estágio fenológico, fatores ambientais e de manejo. De maneira geral, leguminosas tendem a apresentar maior valor nutritivo e menor taxa de redução da concentração de nutrientes com o avançar da idade em comparação com as gramíneas forrageiras. De acordo com Wilson (1976), em gramíneas forrageiras as características anatómicas e nutricionais são influenciadas tanto pelo estágio de desenvolvimento quanto pelo nível de inserção da folha no perfilho. De maneira geral, as gramíneas apresentam maiores taxas de crescimento, e com o avançar do tempo apresentam incrementos rápidos nos teores de fibra e lignina.

Leguminosas e gramíneas forrageiras apresentam diferenças morfológicas, estruturais (Figura 4) e anatômicas, e as gramíneas tendem a apresentar maior propoção de tecidos lignificados nas folhas, sendo a lignificação uma consequência da maturação da planta (Ferreira et al., 2010). A anatomia do colmo apresenta menor variação que a da lâmina foliar, tanto entre gramíneas do tipo C4 e C3, quanto entre espécies dentro de um mesmo grupo fotossintético (Akin, 1989).



Figura 4. (A) Leguminosa *Desmanthus* sp. e (B) Gramínea *Pennisetum* sp. em áreas experimentais de Carpina/PE e Garanhuns/PE, respectivamente.

A palma forrageira é uma planta que apresenta alta digestibilidade e elevada persistência do valor nutritivo, podendo ser deixada no campo, caso seja necessário, sem grandes perdas no valor nutritivo da forragem com o avançar da idade. Além disso, para otimizar o uso de mão de obra, é possível realizar a colheita do material e armazenar por aproximadamente 21 dias, no caso da palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw), mantendo constante a composição química do material colhido (Silva, 2016).

Forrageiras que apresentam elevados teores de PB e digestibilidade, tendem a não apresentar grandes restrições ao consumo de forragem, potencialmente contribuindo para elevação no desempenho animal. Por outro lado, plantas forrageiras com elevados teores de fibras e baixa digestibilidade apresentam limitações ao consumo voluntário, contribuindo para menor desempenho. É importante destacar que níveis de desempenho animal elevados dependem do adequado suprimento de nutrientes obtidos a partir da ingestão de alimentos com bom valor nutritivo (no caso, forragem), sendo esta uma característica importante para assegurar bons níveis de desempenho e para o aproveitamento de nutrientes.

Em função do elevado acúmulo de colmo na massa de forragem, o valor nutritivo da forragem produzida sofre efeitos do porte da planta. Para os genótipos de capim-elefante de porte alto, o alongamento do caule constitui uma fonte de dreno de assimilados e nutrientes para o acúmulo de tecidos de sustentação, o

que resulta na diminuição do valor nutritivo da forragem produzida pelos cultivares de porte alto (Silva et al., 2009). Já os genótipos de porte baixo, pelo maior tempo gasto para a elevação do meristema apical, apresentam elevada relação folha/colmo, resultando em elevado valor nutritivo da forragem (Souza et al., 2021; Silva et al., 2021), atendendo as exigências nutricionais dos animais.

Tolerância a corte e pastejo

A tolerância ao corte ou pastejo de uma planta forrageira é reflexo da capacidade de perfilhar após a colheita mecânica ou pelo animal. Plantas anuais, como o milho, não toleram cortes. Assim, um bom nível de tolerância ao corte e ao pastejo confere a planta forrageira flexibilidade de uso dentro das propriedades e reduz o custo de cultivo. A avaliação de plantas forrageiras em condições de corte e pastejo tem sido preconizada no desenvolvimento de novos cultivares (Jank et al., 2014).

Existem, entretanto, plantas forrageiras que não toleram muito bem o corte ou pastejo, ou determinados métodos de lotação animal. Sabe-se que gramíneas cespitosas (e.g. capim-elefante e *Panicums*) não toleram o método da lotação contínua, porém podem ser utilizados com êxito sob lotação rotativa. Outras plantas, como a Cunhã (*Clitoria ternatea* L.) não tolera cortes baixos (e.g. próximo ao solo). É importante também mencionar os esforços realizados nos EUA para desenvolvimento de variedades de alfafa (*Medicago sativa* L.) tolerantes ao pastejo e a lotação contínua, que culminaram com o lançamento de cultivar tolerante a esta modalidade de manejo (Bouton, 2012a; b; Pedreira et al., 2020). No Brasil, entretanto, os cultivares de alfafa atualmente em uso não são adaptados a lotação contínua (Pedreira et al., 2020).

Nicodemo et al. (2015) avaliaram a produtividade do *Stylosanthes* sp. cv. Campo Grande submetidos a frequências de corte de 30, 60, 90, 150 e 180 dias cortados a 10 cm, e reportaram maior acúmulo de forragem quando os cortes foram realizados a cada 150 dias ($65,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). Os autores também reportaram redução no valor nutritivo da forragem colhida com o avanço da idade. Calado et al. (2016) avaliaram características morfológicas e produtivas em acessos de *Desmanthus* spp. submetidos a intensidades de corte de 20 e 40 cm no e observaram maior acúmulo de forragem quando as plantas foram colhidas na intensidade de 20 cm ($800 \text{ kg de MS ha}^{-1}$). Já Diniz et al. (2021), avaliando acessos de *Desmanthus* spp. manejados sob intensidades de 40 e 80 cm, observaram maior acúmulo de forragem na intensidade de 40 cm.

Boa aceitabilidade pelos animais

A aceitabilidade pelos animais é fundamental para assegurar que a forragem e seus nutrientes serão ingeridos de forma voluntária pelos animais. Existem situações em que a planta apresenta bom nível valor nutritivo, porém apresenta baixa aceitabilidade pelos animais. Isso pode acontecer em função da presença de compostos secundários (e.g. taninos, saponinas, etc.) ou ainda em função de barreiras físicas (e.g. presença de acúleos, espinhos, ou localização acima do estrato pastejável).

Vale destacar que esta característica pode ser influenciada por inúmeros fatores relacionados a planta (e.g. espécie ou cultivar, estágio de desenvolvimento, relação folha/caule, presença de espinhos), ambiente (que pode proporcionar estímulos ao acúmulo de compostos secundários), manejo (pressão de pastejo e oportunidade de seleção), e também do animal (espécie e condição orgânica do animal), o que pode contribuir para confundimento na avaliação deste componente.

Como exemplos pode-se citar os esforços para lançamento de capins do gênero *Paspalum* no Brasil, onde a baixa aceitabilidade por parte dos animais tem sido relatado como um fator limitante para expansão do uso destas gramíneas. Outras espécies, como o *Calopogonium mucunoides* Desv. pode apresentar boa aceitabilidade na época seca, mas ser preterida pelos animais durante a época chuvosa do ano.

Perspectivas

A combinação de todas as características em uma única planta forrageira, gerando um ideótipo, é algo virtualmente impossível de ser alcançado. Sendo assim, estas características podem orientar a escolha da planta forrageira para introdução nos diferentes sistemas de produção animal. É importante também destacar que a mudança da planta forrageira na propriedade, sem as devidas modificações no manejo, ou sem levar em consideração sua adaptação, pode inclusive fortalecer o conhecido “ciclo da pobreza”, onde busca-se a melhor forrageira, porém sem os ajustes necessários, os resultados tornam-se desanimadores e contribuindo para degradação das áreas de pastagens.

Referências bibliográficas

ABIEC - Brazilian Beef Exporters Association (2021). Beef report 2021. Disponível em: <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/>

Aguiar, S.C., Querino, L.A.L., Silva, P.F., Lima, V.L.A. 2019. Vulnerabilidade da palma forrageira e pecuária bovina no Estado da Paraíba frente ao ataque da cochonilha do carmim. Rev. Geociências do Nord. 5: 104–115. doi: 10.21680/2447-3359.2019v5n0id17977.

Akin, D.E. 1989. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. Agron. J. 81, 17-25.

Barbosa, P.L., V.J. Silva, C.G.S. Pedreira, A.F. Sbrissia, L.E. Sollenberger. 2021. Herbage Accumulation and Tillering Dynamics of ‘Zuri’ Guineagrass under Rotational Stocking. Crop Sci. 61: 3787-3798. doi: 10.1002/csc2.20536.

Barcellos, A. O., Vilela, L., Zoby, J.L.F. 2001 Estabelecimento de leucena associada em cultivos anuais. Comunicado técnico 64, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF.

Bouton, J.H. 2012a. Breeding lucerne for persistence. Crop Pasture Sci. 63: 95–106.

Bouton, J.H. 2012b. An overview of the role of lucerne (*Medicago sativa* L.) in pastoral agriculture. Crop Pasture Sci. 63: 734–738.

Bréda, N.J.J. 2003. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. Journal of Experimental Botany, 54: 2403-2417. doi:10.1093/jxb/erg263

Calado, T.B., Cunha, M.V., Teixeira, V.I., dos Santos, M.V.F., Cavalcanti, H.S., Lira, C.C. 2016. Morfologia e produtividade de genótipos de jureminha (*Desmanthus* spp.) sob diferentes intensidades de corte. Revista Caatinga, 29, 742-752.

Canto, M.W.D., Hoeschl, A.R., Bona Filho, A., Moraes, A.D., Gasparino, E. 2013. Características do pasto e eficiência agrônômica de nitrogênio em capim-tanzânia sob pastejo contínuo, adubado com doses de nitrogênio. Ciência Rural, 43, 682-688. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000400019>

Castagnara, D.D., Zoz, T., Krutzmann, A., Uhlein, A., Mesquita, E.E., Neres, M.A., Oliveira, P.S.R. 2011. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. Semina: Ciências Agrárias, 32, 1637-1647. doi: 10.5433/1679-0359.2011v32n4p1637

Cunha, M.V., Lira, M.A., Santos, M.V.F., Dubeux Júnior, J.C.B., Mello, A.C.L.D. 2013. Adaptability and stability of the forage yield by different methods in the selection of *Pennisetum* spp. clones. Rev. Bras. Ciências Agrar. 8(4): 681–686. doi: 10.5039/agraria.v8i4a3280.

Cunha, M.V., Santos, M.V.F., Lira, M.A., Mello, A.C.L., Freitas, E.V.D., Apolinário, V.X.O. 2007. Elephantgrass genotypes under grazing during the dry period in the Forest Zone of Pernambuco: factors related to grazing efficiency. Revista Brasileira de Zootecnia, 36(2), 291-300. doi: 10.1590/S1516-35982007000200004

Degu, A., Melaku, S., Berhane, G. 2009. Supplementation of isonitrogenous oil seed cakes in cactus (*Opuntia ficus-indica*) tef straw (*Eragrostis tef*) based feeding of Tigray Highland sheep. Animal Feed Science and Technology. 148, 214-226.

Diniz, W.P., Santos, M.V.F., Veras, A.S., Cunha, M.V., Neto, D.E.S. et al. 2021. Morphological, productive, and nutritional characterization of *Desmanthus* spp. accessions under different cutting intensities. Agroforestry Systems, 95(3), 571-581. doi: 10.1007/s10457-021-00609-7

Dubeux Jr, J.C.B., Santos, M.V.F., Cunha, M.V., Santos, D.C., Souza, R.T.A. et al. 2021. Cactus (*Opuntia* and *Nopalea*) nutritive value : A review. Anim. Feed Sci. Technol. 275.

Dubeux Junior, J.C.B., Silva, N.G.M., Santos, M.V.F., Cunha, M.V., Santos, D.C., Lira, M.A., Mello, A.C.L., Pinto, M.S.C. 2013. Organic fertilization and plant population affect shoot and root biomass of forage cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.). Acta Hortic. 995: 221-224. DOI: 10.17660/ActaHortic.2013.995.25

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2014. BRS Zuri, produção e resistência para a pecuária. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/984985/brs-zuri-panicum-maximum-brs-zuri-producao-e-resistencia-para-a-pecuaria>

Ferreira, G.D.G., Cunha, M.V., Silva, D.K.A., Santos, M.V.F., Magalhães, A.L.R. et al. 2010. Histologia do colmo de clones de capim-elefante na região do agreste de Pernambuco. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, 11(1), 36-47.

Gastal, F.; Lemaire, G. 2015. Defoliation, Shoot Plasticity, Sward Structure and Herbage Utilization in Pasture: Review of the Underlying Ecophysiological Processes. Agriculture, 5(4), 1146 – 1171. Doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture5041146>

Gomes, R.A., Lempp, B., Jank, L., Carpejani, G.C., Morais, M.G. 2011. Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. Pesqui. Agropecu. Bras. 46(2): 205–211. doi: 10.1590/S0100-204X2011000200013.

- Herrera-Angulo, A.M., Ferreira, M.A, Mello, A.C.L. 2020. Viabilidade econômica do cultivo de palma forrageira orelha de elefante mexicana em Pernambuco. In: Santos, M. V.F., Carvalho, F.F.R., Ferreira, M.A. (org.) Palma forrageira: potencial e perspectivas. 1. ed. Recife, PE: Suprema Gráfica, p. 351-377.
- Jank, L., Barrios, S.C., Valle, C.B., Simeao, R.M., Alves, G.F. 2014. The value of improved pastures to Brazilian beef production. *Crop Pasture Sci.* 65: 1132–1137. doi: 10.1071/CP13319.
- Lara, M.A.S. 2007. Respostas morfofisiológicas de cinco cultivares de *Brachiaria* spp. às variações estacionais da temperatura do ar do fotoperíodo 91f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- Lara, M.A.S., Silva, V.J., Sollenberger, L.E., Pedreira, C.G.S. 2020. Seasonal herbage accumulation and canopy characteristics of novel and standard brachiariagrasses under N fertilization and irrigation in Southeastern Brazil. *Crop Sci.* 61: 1468– 1477. doi: 10.1002/csc2.20353.
- Lempp, B. 2007. Avanços metodológicos da microscopia na avaliação de alimentos Methodological advances of microscopy in food-stuff evaluation. *Rev. Bras. Zootec.* 36: 315–329. <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36s0/29.pdf>.
- Lira, M.A., Santos, M.V.F., Dubeux Jr, J.C.B., Mello, A.C.L., Lira Jr, M.A. 2006. Sistemas de produção de forragem: alternativas para sustentabilidade da pecuária. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa, 43.
- Low, S. 2015. Signal grass (*Brachiaria decumbens*) toxicity in grazing ruminants. *Agriculture* 5: 971–990. doi: 10.3390/agriculture5040971.
- Michelangeli, J.A.C., Newman, Y.C., Sollenberger, L.E., Staples, C., Ortega, L.E. et al. 2010. Managing harvest of ‘Tifton 85’ bermudagrass for production and nutritive value. *Forage & Grazinglands*. doi: 10.1094/FG-2010-0802-02-RS.
- Moreno, L.S.B., Pedreira, C.G.S., Boote, K.J., Alves, R.R. 2014. Base temperature determination of tropical *Panicum* spp. grasses and its effects on degree-day-based models. *Agric. For. Meteorol.* 186: 26–33. doi: 10.1016/j.agrformet.2013.09.013.
- Muir, J. P., Jank, L. 2004. Guinea grass. In L. E. Moser, B. L. Burson, & L. E. Sollenberger. (Eds.), *Warm-season (C4) grasses* (pp. 589– 621) ASA.
- Muir, J.P., Santos, M.V.F., Cunha, M.V., Dubeux Júnior, J.C.B., Lira Júnior, M.A. et al. 2019. Value of endemic legumes for livestock production on Caatinga rangelands. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 14, 1-12. doi: 10.5039/agraria.v14i2a5648
- Nicodemo, M.L.F., Souza, F.H.D., Pezzopane, J.R.M., Mendes, J.C.T., Tholon, P., Santos, P.M. 2015. Frequências de cortes em nove leguminosas forrageiras tropicais herbáceas cultivadas

ao sol e sob plantação florestal. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 67, 809-818. Doi: doi.org/10.1590/1678-4162-7119

Nunes, S. G., Boock, A., Penteado, M. I. O., Gomes, D. T. 1984. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, Brasília: Embrapa

Oliveira, T.N., Santos, M.V.F., Lira, M.A., Mello, A.C.L., Cunha, M.V. et al. 2011. Estabilidade e adaptabilidade de clones de *Pennisetum* sp. sob pastejo: Mancha ocular. Arch. Zootec. 60: 725–732. doi: 10.4321/s0004-05922011000300060.

Pedreira, J.V.S. 1973. Crescimento estacional dos capins colônia *Panicum maximum* Jacq., gordura *Melinis minutiflora* Pal de Beauv, Jaraguá *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf e pangola de Taiwan A-24 *Digitaria pentzii* Stent. Boletim da Indústria Animal, v.30, p.59-145.

Pedreira, C.G.S., Braga, G.J., Portela, J.N. 2017. Herbage accumulation, plant-part composition and nutritive value on grazed signal grass (*Brachiaria decumbens*) pastures in response to stubble height and rest period based on canopy light interception. Crop Pasture Sci. 68: 62–73.

Pedreira, C.G.S., Silva, V.J., Ferragine, M.D.C., Bouton, J.H., Tonato, F. et al. 2020. Validating the NAAIC alfalfa grazing tolerance standard test and assessing physiological responses to grazing in a tropical environment. Crop Sci. doi: 10.1002/csc2.20145.

Pequeno, D.N.L., Pedreira, C.G.S., Sollenberger, L.E., Faria, A.F.G., Silva, L.S. 2015. Forage accumulation and nutritive value of brachiariagrasses and Tifton 85 bermudagrass as affected by harvest frequency and Irrigation. Agron. J. 107: 1741–1749. doi: 10.2134/agronj15.0115.

Pinto, J.C., Gomide, J.A., Maestri, M. 1994. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. R. Soc. Bras. Zootec., 23:313-326.

Prado, C.H.B.A., Camargo-Bortolin, L.H.G., Castro, É., Martinez, C.A. 2016. Leaf dynamics of *Panicum maximum* under future climatic changes. PLoS One, 11, e0149620. doi: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149620

Rosa, P.P., Silva, P.M., Chesini, R.G., Oliveira, A.P.T., Sedrez, P.A., Faria, M.R., Lopes, A.A., Roll, V.F.B., Ferreira, O.G.L. 2019. Características do capim elefante *Pennisetum purpureum* (Schumach) e suas novas cultivares BRS Kurumi e BRS Capiáçu. Pesq. Agrop. Gaúcha. 2, 70-84.

Santos, M.V.F., Dubeux Jr., J.C.B., Silva, M.D.C., Santos, S.F., Ferreira, R.L.C. et al. 2003. Productivity and chemical composition of tropical grasses in the forest zone of Pernambuco. Rev. Bras. Zootec. 32(4): 821–827. doi: 10.1590/s1516-35982003000400006.

Silva M.S.J., Jobim C.C., Nascimento W.G., Ferreira G.D.G., Silva S.S., Três T.T. 2013. Estimativa de produção e valor nutritivo do feno de estilosantes cv. Campo Grande. Semina: Ciências Agrárias, 34, 1363-1380.

Silva, E.T.S. Diferentes períodos de armazenamento da palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw). 2016. 60f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns.

Silva, J. K. B., Cunha, M.V., Santos, M.V.F., Magalhães, A.L.R., Mello, A.C.L., Silva, J.R.C., Souza, C.I.R., Carvalho, A.L., Souza, E.J.O. 2021. Dwarf versus tall elephant grass in sheep feed: which one is the most recommended for cut-and-carry?. Tropical Animal Health and Production. 53, 93.

Silva, M.G.S., Dubeux Jr, J.C.B., Assis, L.C.S.L.C., Mota, D.L., Silva, L.L.S. et al. 2010. Anatomy of different forage cacti with contrasting insect resistance. J. Arid Environ. 74(6): 718–722. doi: 10.1016/j.jaridenv.2009.11.003.

Silva, M.S.J, Jobim, C.C, Nascimento, W.G, Ferreira, G.D.G, Silva, M.S., Três, T.T. 2013. Estimativa da produção e valor nutricional do feno de *Stylosanthes* cv. Campo Grande. Semina: Ciências Agrárias, 34 (3), 1363-1380. doi: 10.5433/1679-0359.2013v34n3p1363

Silva, N. G. M., Santos, M. V. F., Dubeux Jr, J. C. B., Cunha, M. V., Lira, M. A., Ferraz, I. 2016a. Effects of planting density and organic fertilization doses on productive efficiency of cactus pear. Revista Caatinga, 29, 976-983. doi: 10.1590/1983-21252016v29n423rc

Silva, S.H.B., Santos, M.V.F., Lira, M.A., Dubeux Junior, J.C.B., Freitas, E.V., Ferreira, R.L.C. 2009. Uso de descritores morfológicos e herdabilidade de caracteres em clones de capim-elefante de porte baixo. Revista Brasileira de Zootecnia.38, 1451-1459.

Silva, V.J. 2017. Custo de produção de feno de capins do gênero *Cynodon* cortados em diferentes intervalos de corte. Monografia, MBA em Agronegócios, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 35p.

Silva, V.J., Pedreira, C.G.S., Sollenberger, L.E., Carvalho, M.S.S., Tonato, F. et al. 2015. Seasonal herbage accumulation and nutritive value of irrigated 'Tifton 85', Jiggs, and Vaquero bermudagrasses in response to harvest frequency. Crop Sci. 55: 2886–2894. doi: 10.2135/cropsci2015.04.0225.

Silva, V.J., Pedreira, C.G.S., Sollenberger, L.E., Silva, L.S., Yasuoka, J.I. et al. 2016b. Carbon assimilation, herbage plant-part accumulation, and organic reserves of grazed 'Mulato II' brachiariagrass pastures. Crop Sci. 56: 2853–2860. doi: 10.2135/cropsci2016.03.0148.

- Sollenberger, L.E., Agouridis, C.T., Vanzant, E.S., Franzluebbbers, A.J., Owens, L.B. 2012. Prescribed grazing on pasturelands. In: Nelson, C., (org.) Conservation outcomes from pastureland and hayland practices: Assessment, recommendations, and knowledge gaps. Allen Press, Inc., Lawrence, Kansas. p. 111–204
- Souza, R.T.A., Santos, M.V.F., Cunha, M.V., Dias, G.G., Silva, V.J., Mello, A.C.L., Muir, J.P., Ribeiro, R.E.P., Dubeux Jr, J.C.B. 2021. Dwarf and tall elephantgrass genotypes under irrigation as forage sources for ruminants: herbage accumulation and nutritive value. *Animals*. 11, 2392.
- Souza, T.C., Santos, M.V.F., Dubeux Júnior, J.C.B., Lira, M.A., Santos, D.C. et al. 2017. Produtividade e concentração de nutrientes na palma miúda sob diferentes adubações e densidades de plantio. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)*, 12(4), 555-560. Doi: 10.5039/agraria.v12i4a5473
- Teixeira, V.I., Dubeux Jr, J.C.B., Santos, M.V.F., Lira Jr, M.A., Lira, M.A. et al. 2010. Aspectos agronômicos e bromatológicos de leguminosas forrageiras no Nordeste Brasileiro. *Archivos de Zootecnia*, 59, 245-254.
- Valle, C.B., Euclides, V.P.B., Pereira, J.M., Valerio, J.R., Pagliarini, M.S. et al. 2004. O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária (Embrapa Gado de Corte, editor). 1st ed. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.
- Vasconcelos, A.G.V., Lira, M.A., Cavalcanti, V.L.B., Santos, M.V.F., Willadino, L. 2009. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp). *Rev. Bras. Zootec.* 38(5): 827–831. doi: 10.1590/S1516-35982009000500007.
- Vasconcelos, A.M., Dutra, M.C.A., Silveira, R.M.F., Silva, V.J., Nunes, L.A.P.L. et al. 2019. Production and nutritive value of Canarana Erecta Lisa (*Echinochloa pyramidalis* Lam.) in response to harvest intervals. *Ciência Anim. Bras.* 20: 1-11 e52300. doi: 10.1590/1809-6891v20e-52300.
- Vicente-Chandler, J. 1973. Intensive grassland management in Puerto Rico. *R. Soc. Bras. Zootec.* 2(2),173-215.
- Watson DJ. 1947. Comparative physiological studies in the growth of cereal crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany*, 11, 41-76.
- Wilson, J.R. 1976. Variation of leaf characteristics with level of insertion on a grass tiller. II. *Anatomy. Aust. J. Agric. Res.* 27, 355-364.

Yamori, W., Hikosaka, K., Way, D.A. 2014. Temperature response of photosynthesis in C₃, C₄ and CAM plants: temperature acclimation and temperature adaptation. *Photosynthesis research*, 119, 101-117. doi: 10.1007/s11120-013-9874-6

2

Principais espécies de *Brachiaria*

Ricardo Andrade Reis¹,
Wilton Ladeira da Silva²,
Rondinelli Pavezzi Barbero³,
Abmael da Silva Cardoso¹

Introdução

É indiscutível a importância do gênero *Brachiaria* para a pecuária brasileira. Desde o ano de 1952 com a introdução da *Brachiaria decumbens* no país, outras espécies e dezenas de cultivares foram e ainda vêm sendo disponibilizadas no mercado, o que tem proporcionado o aumento tanto da área de pastagens cultivadas quanto do rebanho bovino no Brasil.

Conhecer as características morfológicas e agronômicas das espécies e cultivares dentro do gênero, torna-se fundamental, para que possamos utilizar estratégias de manejo mais adequadas para cada forrageira, e assim alcançarmos altas produtividades sem promover a degradação das pastagens.

¹ - Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

² - Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás

³ - Departamento de Produção Animal, Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Nesse cenário, pastagens cultivadas com braquiárias, apresentam boas respostas na produção de forragem (kg MS.ha⁻¹) mesmo nas mais distintas condições edafoclimáticas predominantes no Brasil, como por exemplo, no bioma Cerrado, onde hoje concentra-se a pecuária como uma das principais fontes de renda.

Dada a importância do gênero *Brachiaria*, objetiva-se com este capítulo descrever a origem e a introdução das principais espécies e cultivares no território brasileiro, bem como suas características morfológicas e agrônomicas. Ainda será abordado sobre a formação de pastagens com braquiárias, e como manejá-las com base em dados de pesquisas gerados nas últimas décadas.

Origem do gênero

Os primórdios da produção animal no território brasileiro se deram através do uso de forrageiras nativas e algumas introduzidas de maneira aleatória. Entre estas se destacam o capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), capim-amargoso (*Digitaria insularis* (L.) Fedde), capim-jaraguá (*Hiparrhenia rufa* (Nees) Stapf.), entre outros. Naquele período, a pecuária se dava de forma extrativista e as espécies forrageiras disponíveis possuíam baixo valor nutritivo e/ou baixa capacidade de suporte.

Visando desenvolver a pecuária nacional, os agrostologistas buscavam uma forrageira que tivesse as seguintes características: alta produção de matéria seca, que as principais espécies a serem utilizadas fossem estoloníferas, que se adaptassem a uma grande gama de tipos de solos, não apresentassem problemas limitantes de doenças, e o crescimento fosse bem distribuído durante a maior parte do ano. Assim sendo, o gênero *Brachiaria* foi identificado como tendo essas características.

Da África, o gênero foi introduzido com sucesso em outras regiões tropicais do mundo (Figura 1). De acordo com Vieira (1974), o gênero inicialmente foi introduzido na Austrália em 1936, onde foi apontado como um dos mais promissores.

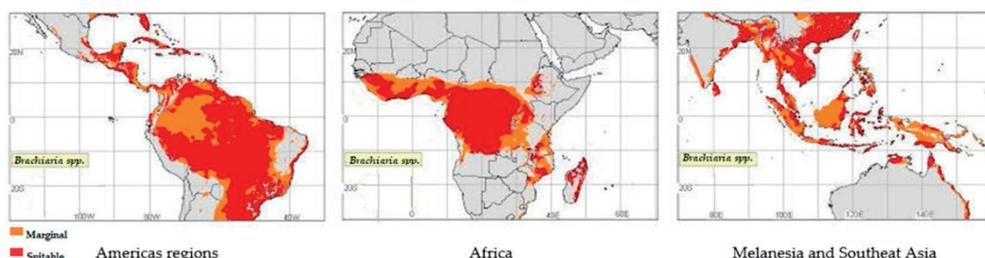


Figura 1. Distribuição do gênero *Brachiaria* pelo mundo

Fonte: Cardoso et al. (2020).

Inicialmente foi introduzida no Brasil a *Brachiara decumbens* na década de 1950. As *Brachiarias* são oriundas da África oriental, região em que se localiza países como Tanzânia e Quênia que são centros de origem de várias espécies de forrageiras utilizadas no país. Esse gênero foi introduzido no país por ter evoluído em regiões com características geoclimáticas semelhantes às encontradas no Brasil. As condições favoráveis para o gênero fizeram com que as *Brachiarias* se adaptassem e tornassem o principal gênero utilizado no Brasil, sobretudo na pecuária de corte.

De acordo com Serrão & Simão Neto (1971), a primeira introdução de *Brachiaria decumbens* no Brasil, ocorreu no IPEAN (Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária Norte), em 1952. Segundo Vieira (1974), ao ser introduzida no Mato Grosso, a espécie teve considerável difusão, destacando-se pelo seu comportamento em solos de cerrado e apresentando altas produções de massa verde e tolerância a escassez de chuvas. Esta espécie ficou conhecida pelo nome de braquiárinha. Da Austrália foi introduzida no Brasil um cultivar de *Brachiaria decumbens* denominado Basilisk com alta produção de sementes e que foi altamente difundido nos anos 1970. No entanto, já no final dos anos 1970 esta espécie veio a apresentar problemas com uma praga conhecida como cigarrinhas das pastagens.

O cultivar marandu (*Brachiaria brizantha*) foi introduzido no Brasil em 1967, na região de Ibirarema no Estado de São Paulo. Com a criação da Embrapa na década de 1970 este ecótipo foi fornecido a empresa para fins de melhoramento genético visando a distribuição pelo país. Em 1984, foi lançado sendo recomendado para condições dos solos de cerrado com média a boa fertilidade. Desde os anos 90 do século passado, o capim marandu é o mais utilizado e difundido no Brasil devido à sua boa adaptação e à alta produtividade de matéria seca por área (Cardoso et al., 2020).

Outra espécie de importância no Brasil, é a *Brachiaria ruziziensis*, que também é originária da África, mais precisamente do vale de Ruzi no Congo. A *Brachiaria ruziziensis* começou seu processo de melhoramento nos anos 1960 ainda na África, sendo trazida para o Brasil na década de 70. É considerada susceptível ao ataque das cigarrinhas das pastagens, o que limita seu uso, porém, tem sido amplamente utilizada em sistemas de integração lavoura pecuária.

Não menos importante, temos a espécie de *Brachiaria* conhecida como quicuío-da-Amazônia, capim agulhinha, ou espetudinha (*Brachiaria humidicola*), que é uma gramínea originária do leste e sudeste da África tropical, onde ocorre naturalmente em áreas relativamente úmidas e sujeitas a inundações. Sua introdução no Brasil foi feita em 1965, por S. C. Schank, através de material vegetativo procedente da Universidade da Flórida.

Caracterização morfológica

A classificação botânica e características gerais do gênero são apresentadas a seguir: sendo Família-Poaceae, Tribo- Paniceae e Gênero-*Brachiaria*.

O gênero *Brachiaria* apresenta as seguintes características diferenciais: Raiz fasciculata com inúmeras radículas podendo atingir até 2 metros de profundidade. Colmo herbáceo, florescendo todos os anos, flor hermafrodita ou masculina com 1 a 3 estames. Espiga unilateral ou panícula e espiguetas comprimidas dorsiventralmente, biflora, com antécio terminal frutífero, o basal neutro ou masculino. As glumas caem com o antécio frutífero, sendo menos consistentes que as glumas frutíferas (Lema + pálea). A Gluma II e antécio hermafrodita são abaxiais e a gluma I e antécio neutro adaxiais.

No Brasil, atualmente as principais espécies cultivadas são: *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* e *Brachiaria ruziziensis*.

***Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf**

É uma espécie perene, cespitosa, com colmos eretos ou suberetos, pouco radicantes nos nós inferiores. Porte de 1 a 1,5 m de altura em crescimento livre. Lâminas foliares glabras ou pilosas, linear lanceoladas com 50 até 400 mm de comprimento e com largura variando de 6 a 15 mm.

As gramíneas dessa espécie são conhecidas como “Signal” ou “Palisade grasse” e são plantas perenes ou anuais, cespitosas ou decumbentes. A inflorescência consiste em poucos (às vezes um só) a diversos racemos com espiguetas sésses ou subsésses, arrançadas em duas fileiras em uma ráquis usualmente achatada. Dos dois flósculos da espiguetas, o inferior é masculino com lema e pálea macios. O superior é fértil, bissexual ou muitas vezes feminino, achatado de um lado e convexo no outro (Figura 2). Os frutos são do tipo cariopse que ficam englobados dentro de uma lema e pálea, são duros e rígidos (Bogdan, 1977).

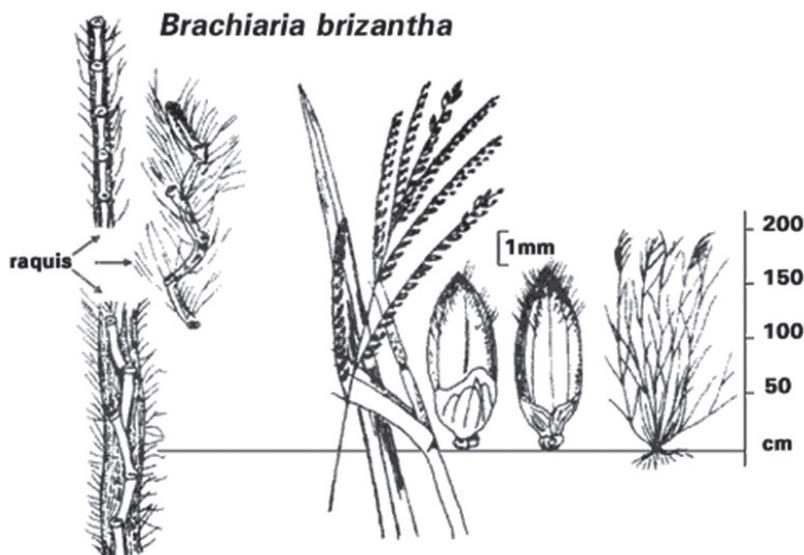


Figura 2. Características morfológicas de *Brachiaria brizantha*

Fonte: Sendulsky (1977).

Nos lugares de origem os ecótipos de *Brachiaria brizantha* variam consideravelmente e podem ser selecionados com características distintas. É, no entanto, inferior a outras espécies de *Brachiaria* cultivadas. A *Brachiaria brizantha* é uma espécie apomítica, tetraploide ($2n=36$) e tem sido encontrado exemplares hexaploide ($2n=54$) (Bogdan, 1977). Segundo Serrão & Simão Neto (1971), esta espécie diferencia-se de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria ruziziensis* por ser de porte quase ereto, enraizar muito pouco nos nós, possuir folhas glabras em forma de canoa e racemos geralmente mais longos.

Alguns cultivares de *Brachiaria brizantha* têm ganhado destaques no Brasil desde a década de 80 e apresentam algumas características morfológicas que os distinguem. O cultivar Marandu, lançado no mercado brasileiro em 1984, é uma planta cespitosa, muito robusta, de 1,5 a 2,5 m de altura, com colmos iniciais prostrados, mas produzindo perfilhos que surgem cada vez mais eretos ao longo do crescimento da touceira. Colmos com nós salientes, de cor verde-amarelada, glabrescentes. Bainhas densamente pilosas na base e com cílios nas margens, geralmente mais longas que os entrenós, escondendo os nós. Lígulas inicialmente membranosas e ciliadas da metade para cima. Lâminas linear-lanceoladas, até 2 cm de largura e 50 cm de comprimento,

esparsamente pubescentes na face ventral e glabras na face dorsal. Inflorescência com até 40 cm de comprimento, com 4 a 6 ramos (c et al., 2013).

O cultivar Xaraés, lançado comercialmente em 2003, é uma planta cespitosa podendo enraizar nos nós basais. Altura média de 1,5 m, com colmos verdes de 6 mm de diâmetro, pouco ramificados. Bainhas com pêlos claros, ralos, densos apenas nas bordas; lâmina com até 64 cm de comprimento e 3 cm de largura, com pilosidade curta na face superior. Inflorescência racemosa, com 40 a 50 cm de comprimento e eixo de 14 cm de comprimento, com 7 ramos (racemos) quase horizontais, com pêlos junto às ramificações (Valle et al., 2013).

Lançado em 2006 pela EMBRAPA, o cultivar Piatã (*Brachiaria brizantha*) é uma planta cespitosa; altura de 0,85 a 1,1 m; colmos verdes de 4 mm de diâmetro, ramificados. Bainhas com pêlos claros, pouco densos; lâmina foliar com até 45 cm de comprimento e 1,8 cm de largura, áspera na face superior, sem pêlos, bordas hialinas muito ásperos (cortantes). Inflorescência com eixo de 19 cm de comprimento, com 12 ramos (racemos) quase horizontais. O florescimento é precoce e ocorre no início do verão (janeiro-fevereiro) (Valle et al., 2013).

Lançado em 2017 pela EMBRAPA em parceria com a UNIPASTO, o capim Ypiporã é um híbrido resultante do cruzamento entre *B. ruziziensis* e *B. brizantha*. É considerado de porte baixo, prostrado, com colmos delgados de bainhas muito pilosas e folhas pilosas em ambas as faces. Inflorescências curtas com 4 a 5 racemos, espiguetas são uniseriadas e com pouca ou nenhuma pilosidade. Apresenta alto perfilhamento basal (Valle et al., 2017).

***Brachiaria decumbens* Stapf**

Esta espécie é adaptada a áreas tropicais úmidas de verão chuvoso, com estação seca não superior a quatro ou cinco meses (Vieira, 1974). No Congo Belga é considerada uma das melhores gramíneas para pastagem, sob o nome de *Brachiaria emini*, em “stands” puros ou em consorciações com *Stylosanthes guyanensis* (Whyte et al., 1962 apud Vieira, 1974).

A *Brachiaria decumbens* é uma espécie apomítica, com número de cromossomos $2n=36$, sendo conhecidos diversos cultivares. Inicialmente dois cultivares foram introduzidos no Brasil e deram origem aos atuais. Winter et al. (1977) e Bogdan (1977) citam o cultivar Basilisk originário da Austrália, e Buller et al. (1972) citam que em 1965 foi trazido da Universidade da Flórida material vegetativo para o Brasil, de diversas espécies forrageiras, entre as quais constava *Brachiaria decumbens* cv. IRI 562 que foi introduzida no Pará.

O cultivar IRI 562, conhecida como IPEAN é uma planta perene, com 30-60 cm de altura, prostrada, geniculada, radicante, emitindo raízes adventícias e brotos novos nos nós inferiores. Os rizomas apresentam-se na forma de nódulos pequenos (Vieira, 1974). As lâminas foliares são lanceoladas ou linear-lanceoladas, com 100 a 150 mm de comprimento e 15 mm de largura, macias e densamente pilosas. A inflorescência é formada por 1-5 racemos de 20 a 100 mm de comprimento. A ráquis apresenta 1,5 mm de largura. As espiguetas apresentam-se ligeiramente pilosas no ápice, com 5 mm de comprimento, mostrando-se bisseriada ao longo da ráquis (Figura 3). A gluma inferior apresenta 1/3 a 1/2 do comprimento da espiguetas e o flósculo fértil tem 3 a 4 mm de comprimento (Buller et al., 1972).

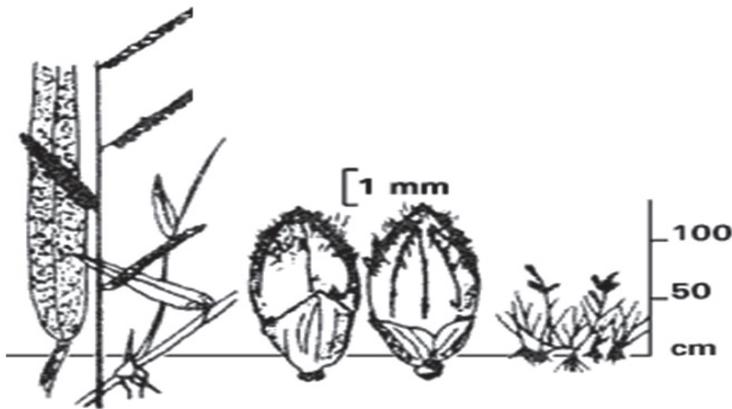


Figura 3. Características morfológicas de *Brachiaria decumbens* cv. IPEAN.

Fonte: Sendulsky (1977).

Dos cultivares da *Brachiaria decumbens*, o Basilisk é perene, com um porte mais alto, de 0,6 a 1 m de altura em crescimento livre, subereto, geniculado em alguns dos nós inferiores, e pouco radicante. Os rizomas apresentam-se em forma de nódulos pequenos. As folhas são linear-lanceoladas, 150-250 mm de comprimento e 20 mm de largura, rígidas e esparsamente pilosas. A inflorescência é formada por 1 a 5 racemos, de 20 a 100 mm de comprimento (Figura 4). A ráquis tem aproximadamente 1,5 mm de largura, onde as espiguetas ligeiramente pilosas, estão inseridas. As espiguetas

no ápice apresentam 5 mm de comprimento e são bisseriadas ao longo da ráquis (Winter et al., 1977).

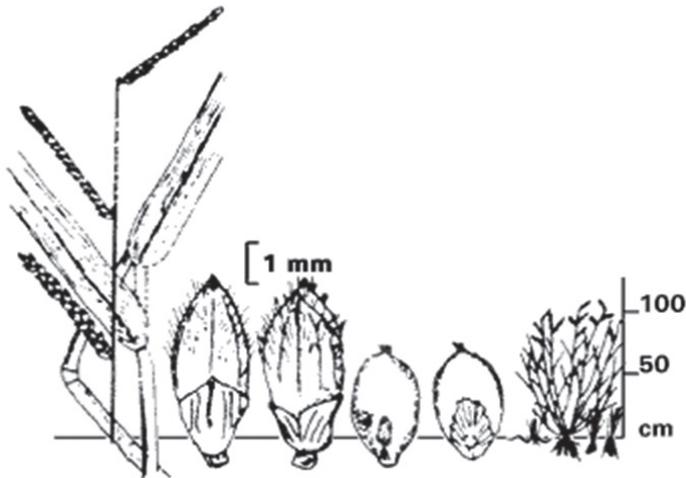


Figura 4. Características morfológicas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. Fonte: Sendulsky (1977).

***Brachiaria humidicola* (Rendel) Schwickerdt**

Esta espécie apresenta um número de cromossomos $2n=72$. É uma espécie perene, com hastes floríferas com mais de 500 mm e numerosos estolões, formando uma cobertura densa. Atinge normalmente 1 m de altura e os estolões são finos, de cor avermelhada, enraizando nos nós. Os rizomas apresentam-se em dois tipos: um em nódulos pequenos e compactos, e outro em nódulos longos e finos, semelhantes aos estolões (Vieira, 1974).

As lâminas foliares dos estolões são curtas e lanceoladas, com 50 a 60 mm de comprimento e 8 a 10 mm de largura. As lâminas foliares dos perfilhos floríferos são mais estreitas e longas do que as dos estolões, com 70 a 170 mm de comprimento e 6 a 8 mm de largura. As dos ramos vegetativos são lineares, com 300 mm de comprimento e 5 mm de largura, glabras, às vezes ligeiramente denticuladas na parte apical da folha (Figura 5) (Bogdan, 1977).

As inflorescências apresentam 2 a 5 racemos de 30 a 40 mm de comprimento (Figura 5), ráquis de 1 mm de largura, espiguetas de 5 mm de comprimento e bisseriadas ao longo da ráquis. A primeira gluma possui o mesmo comprimento da espiguetas e apresenta nervuras longitudinais numerosas e paralelas. O flósculo é fértil e tem 4 mm de comprimento (Bogdan, 1977; Sendulsky, 1977).

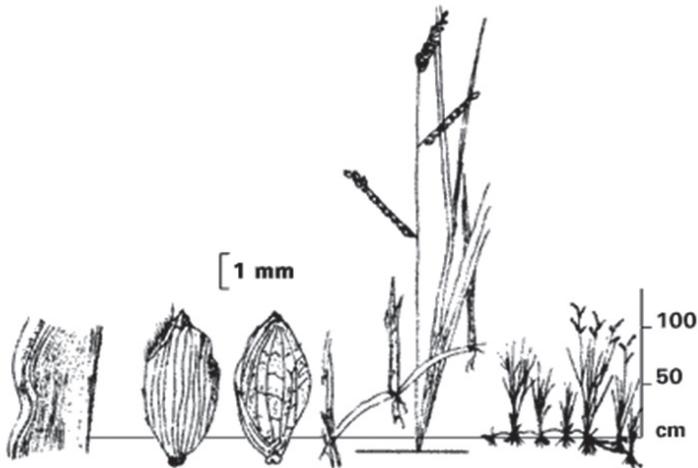


Figura 5. Características morfológicas de *Brachiaria humidicola*.

Fonte: Sendulsky (1977).

***Brachiaria ruzizensis* Germain & Evrard**

De acordo com Serrão & Simão Neto (1971), esta espécie possui um odor peculiar, semelhante ao capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.). É uma espécie perene, subereta, com 1,0 a 1,5 m de altura, apresenta a base decumbente e radicante nos nós inferiores. Possui rizomas fortes, em forma de tubérculos arredondados com até 15 mm de diâmetro.

As lâminas foliares são lineares e lanceoladas, com 100 a 200 mm de comprimento e 15 mm de largura, pubescentes, com tonalidade verde amareladas. A inflorescência (Figura 6) é formada por 3 a 6 racemos de 4 a 10 mm de comprimento, sendo a ráquis largamente alada, com 4 mm de largura, e geralmente de cor arroxeadas. As espiguetas têm aproximadamente 5 mm de comprimento, pilosas na parte apical e bisseriadas ao longo da ráquis. A gluma inferior tem 3 mm de

comprimento e surge 0,5 a 1 mm abaixo do resto da espigueta. O flósculo fértil apresenta 4 mm de comprimento.

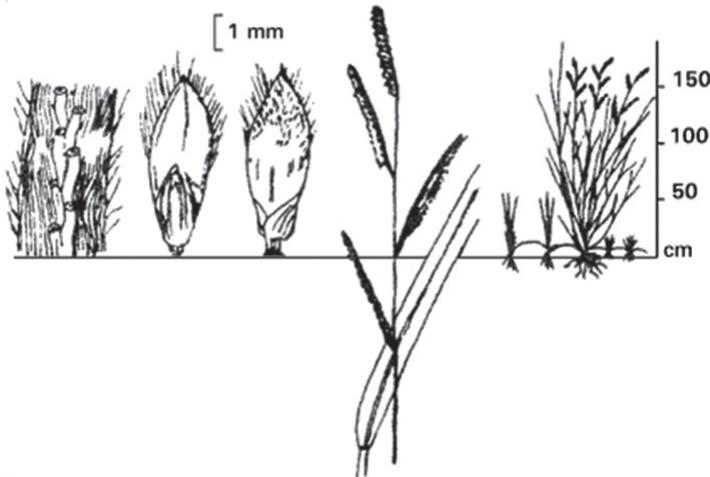


Figura 6. Características morfológicas de *Brachiaria ruziziensis*.

Fonte: Sendulsky (1977).

Caracterização agrônômica

Das espécies que mais se destacam no Brasil devido ao maior interesse dos produtores, como *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis*, e *Brachiaria humidicola*, apresentam cada uma delas particularidades quanto aos requisitos inerentes ao solo, como saturação por bases mínima, tolerância ao alumínio e acidez do solo, bem como a exigência em fertilidade. Em relação a *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria humidicola*, podemos considerar a saturação por bases entre 35 e 45% por serem mais tolerantes ao alumínio e à acidez trocável no solo, o que as classificam como de baixa exigência em fertilidade. Já para a utilização da *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria ruziziensis*, normalmente preconizamos a saturação por bases entre 40 e 50%, sendo consideradas de média exigência em fertilidade. Vale ressaltar que esses valores de saturação por bases podem variar de acordo com os objetivos da exploração da forrageira.

No tocante a adaptação às diferentes condições climáticas e às diversas condições de solos, a *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis* e a *Brachiaria*

decumbens não são consideradas adaptadas a solos mal drenados, enquanto a *Brachiaria humidicola* possui essa adaptação, o que torna sua utilização muito interessante e de grande importância para esse tipo específico de solo. De forma geral, todas as espécies de interesse forrageiro dentro do gênero *Brachiaria*, são adaptadas a solos arenosos e não toleram geadas severas, o que torna necessário cautela com uso em grandes áreas com monocultivo em regiões propensas a esse cenário. Por outro lado, as braquiárias são consideradas de boa adaptação ao déficit hídrico, desde que não excessivo, tornando-as excelentes forrageiras para cultivo no Brasil Central.

A *Brachiaria decumbens* possui boa adaptação aos solos pobres e ácidos do Brasil central, e por possuir fácil multiplicação por sementes em associação à grande capacidade competitiva com plantas invasoras e bom desempenho animal em comparação às pastagens nativas (Valle et al., 2013), torna-a propícia ao pastejo. Contudo, ainda devemos nos atentar aos problemas a ela relacionados, como ataque de cigarrinhas-das-pastagens e a fotossensibilização, mas que ambos os problemas podem ser minimizados por meio do adequado manejo das pastagens.

A *Brachiaria ruziziensis* por possuir rápido crescimento no início do período chuvoso e florescimento concentrado, com alta produção de forragem, qualidade da matéria seca e a facilidade de dessecação (Valle et al., 2013) vem sendo muito utilizada como palhada para o plantio direto. Todavia, possui alta suscetibilidade às cigarrinhas comuns em pastagens e baixa competição com plantas invasoras e baixa tolerância à seca.

Implantação de pastagens com braquiárias

O primeiro aspecto a ser observado para formação de uma nova área com forrageiras do gênero *Brachiaria*, é se atentar às características das espécies apresentadas no tópico anterior, como exigência em fertilidade do solo, adaptação a condições específicas de relevo e clima, além do objetivo com o uso da forrageira.

Hoje, existem no mercado brasileiro, sementes das mais variadas cultivares de braquiárias, de fácil acesso ao produtor. Atenção deve ser dada ao valor cultural dessas sementes, que é um produto da pureza pela germinação, e que segundo a legislação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, nº 30 de 21 de maio de 2008 estipula que nas espécies de *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*, e *Brachiaria ruziziensis*, o índice de pureza deve ser de 60% e o de germinação também de 60%, sendo que na *Brachiaria humidicola*,

a germinação mínima deve ser 40%. Assim, a importância na aquisição de sementes que atenda aos padrões legais deve sempre ser observada.

Antes da semeadura o solo deve ser adequadamente preparado com uso de arado e/ou grades que pode variar de acordo com o tipo de solo, textura, declividade etc. O importante é que após o preparo, a semeadura seja realizada o mais breve possível, de modo a não deixar o solo muito tempo desprotegido, exposto ao sol e à chuva, o que poderá causar erosão, compactação e até perda de matéria orgânica. Todavia, se muito material vegetal oriundo de plantas invasoras ou restos de culturas anteriores foram incorporados durante o preparo do solo, recomenda-se aguardar um tempo suficiente para que ocorra a fermentação desse resíduo antes da semeadura.

Na semeadura as técnicas mais utilizadas são a lanço ou em sulcos, com variações importantes a serem observadas em cada uma. A EMBRAPA preconiza o uso do ponto de valor cultural por hectare (PVC/ha) para calcular a taxa de semeadura dos diferentes capins, sendo que no sulco o recomendado é de 320 PVC/ha e a lanço 520 PVC/ha com profundidade de semeadura de 2 a 6 cm nas *Brachiaria brizantha* cultivares Marandu, Piatã, Xaraés, e na *Brachiaria humidicola*. Conhecendo o PVC e o valor cultural (VC) das sementes, faz-se a divisão do PVC pelo VC e obtém-se a taxa mínima de semeadura (kg de sementes por hectare). Importante lembrar que a semeadura a lanço proporciona maiores perdas, e por isso as recomendações sempre apontam para maiores quantidades de sementes a serem utilizadas com este método.

Na adubação de formação é muito importante ainda, a observação dos resultados de análise de solos associado a qual capim será utilizado. Adubos fosfatados, principalmente os de fontes solúveis, devem ser priorizados, uma vez que o capim possui grande necessidade de fósforo no início do seu desenvolvimento. O fósforo contribuirá para o desenvolvimento radicular, perfilhamento inicial, além de participar de reações vitais para a planta. Em solos mais argilosos (60% ou mais de argila), normalmente recomenda-se maiores doses de fósforo, que associado à sua disponibilidade e à exigência do capim quanto à fertilidade do solo, pode-se chegar a doses que variam de 40 a 60 kg/ha de P_2O_5 nas braquiárias quando a disponibilidade do fósforo está entre baixa a média. Já a adubação potássica na formação da pastagem com braquiárias deve ser realizada quando o teor de potássio no solo for baixo (menor que 50 mg/dm³), principalmente se o solo for muito arenoso, já que esses solos perdem potássio com maior facilidade.

Após a formação inicial de um pasto com braquiária, uma dúvida corriqueira pode surgir: quando devo iniciar o primeiro pastejo na área? O ideal seria que esse primeiro pastejo ocorra pouco antes do florescimento, que pode variar de 45 a 70 dias após a semeadura. Esse pastejo deve ser realizado preferencialmente por animais

mais leves, com baixa intensidade de pastejo, e de forma rápida, pois muitas plantas ainda não possuem sistema radicular vigoroso, e podem ser arrancadas no momento da apreensão da forragem pelo animal, e assim reduzir o stand de plantas na área. Esse pastejo mais cedo e mais leve irá favorecer o perfilhamento inicial das gramíneas, ocupando mais área em menor intervalo de tempo. Portanto, devemos evitar o pastejo tardio, no qual o capim desenvolve a inflorescência e, conseqüentemente perde em qualidade, devido ao alongamento excessivo dos colmos. Ainda pode ocorrer o acamamento dos perfilhos que prejudicará o perfilhamento basal pela baixa incidência de luz.

O manejo e a produtividade de pastagens cultivadas com braquiárias

Um dos objetivos principais com o manejo de pastagens é produzir mais forragem para que ela possa ser consumida de forma eficiente, visando o desempenho animal e o ganho por área, sem esquecer da longevidade ou da perenidade dos pastos por longos períodos. Para isso, práticas de manejo como adubações, alturas de manejo dos pastos, métodos de pastejo adotados, e taxas de lotação compatíveis com a capacidade suporte das pastagens, devem ser consideradas.

O manejo com uso da adubação de cobertura ou de manutenção em pastagens de braquiárias, normalmente é resumida na adubação nitrogenada, por ser o nitrogênio, um dos elementos mais limitantes da produção forrageira. Apesar de presente no solo, como constituinte de material orgânico ou na forma mineral, o nitrogênio tem seu suprimento limitado, podendo ser esgotado. Levando-se em consideração as condições climáticas predominantes na maior parte do Brasil, os processos de decomposição da matéria orgânica podem ser acelerados, e com isso, é necessário produzir muita matéria orgânica para se manter o solo produtivo. Assim, a necessidade de um bom suprimento de nitrogênio torna-se essencial (Kluthcouski & Aidar, 2003).

Conhecendo a complexidade da dinâmica do N no solo, existe uma dificuldade prática de se definir qual a melhor dose a ser aplicada mesmo entre espécies forrageiras dentro de um mesmo gênero, como das braquiárias. A recomendação da adubação nitrogenada normalmente é realizada de acordo com a exigência das espécies e/ou cultivares, sendo consideradas mais exigentes em fertilidade as cultivares mais recentemente lançadas no mercado. Além dessa variação na dose de N a ser aplicada, é necessário levar em consideração o método de pastejo. Muitas

vezes não têm sido considerados todos esses fatores determinantes para uma alta produção animal com a recomendação da dose de N aplicada, visto que o manejo da pastagem tem influência marcante na produção de forragem (Costa et al., 2006).

Levando em consideração os métodos de pastejo associados aos níveis tecnológicos e ao tipo de exploração da atividade empregados na propriedade, podemos resumir a aplicação de adubos nitrogenados em pastagens de braquiárias, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Recomendação de adubação nitrogenada de manutenção para capins do gênero *Brachiaria*, de acordo com o método de pastejo e tipo de exploração.

Método de pastejo	Tipo de exploração	Capacidade suporte	Nitrogênio (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Número sugerido de aplicações
Contínuo	Extensivo	0,8 a 1,0	50	1 no início das águas
Contínuo	Intensivo	1,2 a 1,8	100 a 150	3 aplicações durante o período das águas
Intermitente	Extensivo	2,0 a 3,0	200 a 300	3 a 4 aplicações
Intermitente	Intensivo	3,0 a 6,0	300 a 350	Após cada período de ocupação dos piquetes

Fonte: Adaptado de Costa et al. (2006).

Em relação a uma outra estratégia de manejo de pastagens com braquiárias que ganhou destaque no Brasil, temos as alturas de manejo dos pastos, que levam em consideração atributos morfofisiológicos das plantas, o desempenho animal, a persistência das forrageiras ao longo do tempo, o acúmulo de forragem, bem como forragem de melhor qualidade. Assim sendo, as braquiárias no Brasil já vêm sendo estudadas há anos, e por isso possuímos grande experiência no manejo dessas plantas forrageiras, o que nos garante hoje o patamar alcançado com a produção animal a pasto.

As alturas, utilizadas como estratégia de desfolhação, como metas de condição de pasto a serem atingidas e mantidas para que o desempenho de categorias e espécies animais possam ser otimizado, devem orientar e definir procedimentos e práticas como uso de fertilizantes e corretivos, conservação de forragem e suplementação da dieta dos animais (Da Silva, 2013). Essas alturas de manejo nos permitem favorecer o pastejo quando os pastos estão em altas taxas de crescimento e acúmulo líquido de forragem, evitando as altas taxas de senescência dos tecidos vegetais (Figura 7)

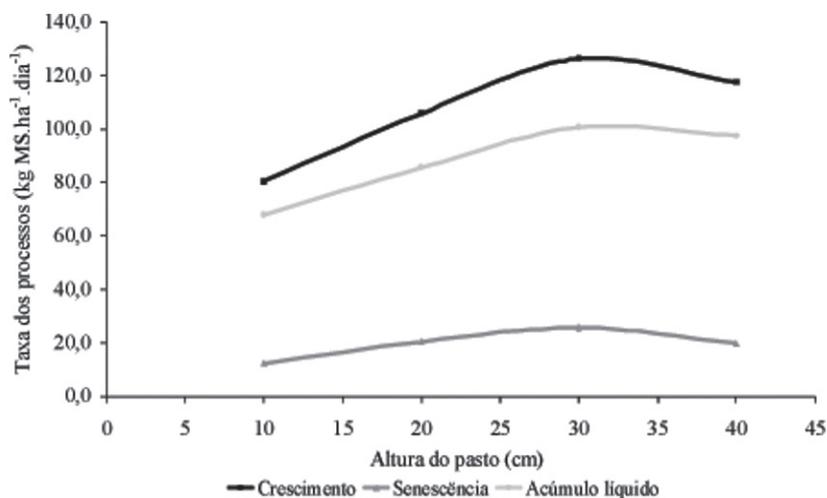


Figura 7. Dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu manejados nas alturas de 10, 20, 30 e 40 cm por meio de lotação contínua e taxa de lotação variável com bovinos de corte.

Fonte: Da Silva (2013).

Na Figura 7 observa-se que na medida que os pastos ficam mais altos, ocorrem simultaneamente os processos de crescimento, senescência e acúmulo de forragem, onde todos eles tendem a acentuarem com o aumento da altura dos pastos. Por isso é importante conhecermos as alturas de manejo das distintas cultivares de modo a favorecermos o acúmulo líquido de forragem em detrimento ao processo de senescência.

Assim, as alturas de manejo das braquiárias, além das cultivares, sofrem influência dos métodos de pastejo, já que as características dos métodos assim determinam. No método da lotação intermitente, exemplo da lotação rotativa, devemos estar atentos com a altura de entrada, ou de pré-pastejo, e com a altura de saída, ou de pós-pastejo (Tabela 2), de modo a atender as premissas descritas anteriormente. Na lotação contínua, temos amplitudes de alturas dos pastos como metas para evitarmos as condições de subpastejo e de superpastejo (Tabela 3).

Tabela 2. Alturas de manejo de espécies e cultivares de braquiária em lotação rotativa.

Espécie	Cultivar	Altura pré pastejo (cm)	Altura pós pastejo (cm)	Referência	Localidade
<i>B. brizantha</i>	Marandu	25	15	Giacomini et al., 2009	Piracicaba/SP
<i>B. brizantha</i>	Xaraés	30	15	Pedreira et al., 2009	Piracicaba/SP
<i>B. brizantha</i>	Piatã	40	20	Euclides et al., 2009	Campo Grande/MS
<i>B. decumbens</i>	Basilisk	20	10	Portela et al., 2011	Brotas/SP
<i>B. humidicola</i>	Comum	30	16	Vilela, 2011	Viçosa/MG

Tabela 3. Alturas ou faixas de alturas de manejo de espécies e cultivares de braquiária em lotação contínua.

Espécie	Cultivar	Altura recomendada (cm)	Referência	Localidade
<i>B. brizantha</i>	Marandu	25 a 40	Flores et al., 2008	Campo Grande/MS
<i>B. brizantha</i>	Xaraés	40	Flores et al., 2008	Campo Grande/MS
<i>B. brizantha</i>	Piatã	25 a 35	Euclides et al., 2009	Campo Grande/MS
<i>B. brizantha</i>	Paiaguás	20 a 40	Montagner et al., 2018	Campo Grande/MS
<i>B. decumbens</i>	Basilisk	15 a 25	Faria, 2009	Viçosa/MG
<i>B. humidicola</i>	Tupi e Comum	20	Martins et al., 2013	Campo Grande/MS

Todavia, as alturas de manejo dos pastos devem ser cuidadosamente observadas e empregadas, uma vez que variações podem ocorrer em função das condições climáticas da região, principalmente entre os períodos chuvosos e secos do ano, do tipo de manejo utilizado, dentre outros fatores.

Os capins do gênero *Brachiaria* podem ainda ser utilizados para o diferimento de pastagens, que pode ser considerado como uma estratégia de manejo que garante estoque de forragem para ser usada ou consumida durante os meses de escassez de forragem (Santos et al., 2013). As braquiárias atendem aos pré-requisitos para serem diferidas, como reduzido acúmulo de colmos, boa retenção de folhas verdes, que acarreta alta relação folha/colmo, além de baixa redução do valor nutritivo durante o período em que estarão diferidas. Mas para o sucesso com o diferimento das pastagens com braquiárias devemos observar o pico de floração das plantas, onde devemos priorizar o uso de espécies e/ou cultivares que tenham características de reduzido florescimento durante o diferimento, já, que, em geral, perfilhos

reprodutivos são mais velhos e apresentam baixo valor nutritivo em relação aos perfolhos vegetativos (Santos e Cavalcante, 2010).

Dados de pesquisas com braquiárias

Acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem é um fator de extrema importância sobre a taxa de lotação, e conseqüentemente, sobre a produtividade a ser obtida em uma determinada área. A taxa de lotação é a relação entre as unidades de animais (UA = 450 kg de peso corporal) e a área ocupada (hectares). Quanto maior a taxa de lotação, mais intensivo tende a ser o uso da área, desde que não comprometa a persistência da forrageira e o desempenho animal individual. Quanto maior o acúmulo de forragem, mais alimento disponível para alimentação do rebanho e conseqüentemente, maior a taxa de lotação que pode ser alcançada.

A máxima lotação que uma área suporta apresentando produtividade animal sem resultar em degradação é chamada de capacidade de suporte (Pedreira, 2002). As variações climáticas influenciam o acúmulo de forragem, e na maior parte das regiões do Brasil, são observados dois períodos distintos: 1) estação chuvosa, com elevada precipitação pluviométrica, fotoperíodo e temperaturas altas, com conseqüentemente elevado acúmulo de forragem, e 2) estação seca, com baixa precipitação pluviométrica, menor fotoperíodo e temperaturas, resultando em limitação ao acúmulo de forragem. É importante enfatizar que, uma vez que o acúmulo de forragem varia ao longo do ano, a capacidade de suporte apresenta oscilações, não sendo uma variável estática. O acúmulo de forragem de algumas forrageiras do gênero *Brachiaria*, em função das estações do ano são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Estimativa da taxa de acúmulo de matéria seca de forragem (kg/hectare/dia) em algumas forrageiras do gênero *Brachiaria* (*syn. Urochloa*), adaptados da literatura.

Forrageira	Acúmulo (kg/ha/dia)	Adaptado de:
<i>Estação chuvosa</i>		
Decumbens	69	Fagundes et al. (2005)
Marandu	82	Delevatti et al. (2019)
Xaraés	69	Barbosa et al. (2013)
<i>Estação seca</i>		
Decumbens	20	Fagundes et al. (2005)
Marandu	25	Delevatti et al. (2019)
Xaraés	13	Barbosa et al. (2013)

Para ajustar a taxa de lotação é necessário conhecer a produtividade anual da forragem, geralmente de 10 a 20 toneladas de massa seca anual por hectare, concentrando mais de 80% da produção na estação chuvosa (Barbosa et al., 2013). Esta variação implica em diferenças na capacidade de suporte ao longo do ano. O consumo de forragem pelos bovinos em pastejo varia em função de vários fatores, normalmente em torno de 2% do peso corporal em matéria seca (Da Silva et al., 2013; Barbero et al., 2015).

A forragem disponível não é integralmente ingerida pelos bovinos, onde parte é pisoteada ou rejeitada pelos animais, além de resíduo, onde o percentual efetivamente consumido representa a eficiência de pastejo. De modo simplificado, para ingestão de 9 kg de forragem (2% do peso corporal por unidade animal), assumindo eficiência de pastejo de $\pm 30\%$ (Braga et al., 2007), é necessária disponibilidade total diária de 30 kg de massa seca de forragem, ou seja, é necessária oferta de forragem três vezes superior ao efetivamente ingerido ($\pm 6\%$ do peso corporal).

Tecnologias que influenciam a produção forrageira (corretivos agrícolas, fertilização e irrigação) ou consumo (suplementação) podem proporcionar maior capacidade de suporte das pastagens de *Brachiaria*, compatível com a manutenção de taxas de lotação acima de cinco UA/hectare na estação chuvosa, sem comprometer o ganho de peso, resultando em alta produtividade.

Composição química

A composição química da forragem apresenta variações em função das estações do ano. Segundo Oliveira et al. (2015), após a estação chuvosa e início do período seco, ocorre aumento na participação de material senescente no dossel forrageiro. Ainda, há decréscimo dos teores de proteína bruta, nutrientes digestíveis totais e digestibilidade, devido ao avanço do estado fenológico das plantas, com elevação das frações fibrosas (Tabela 5).

Tabela 5. Composição química de algumas forrageiras do gênero *Brachiaria*, na estação chuvosa e estação seca.

Forrageira	Composição química (%)				Autor
	PB	FDN	NDT	DIVMS	
<i>Estação chuvosa</i>					
Decumbens	9	69	55	-	Valadares Filho et al. (2016)
Marandu	15	57	-	66	Barbero et al. (2015)
Marandu	13	57	-	57	Delevatti et al. (2019)
Marandu	12	63	64	67	Oliveira et al. (2015)
Xaraés	8	64	-	-	Castro et al. (2013)
<i>Estação seca</i>					
Decumbens	5	71	54	-	Valadares Filho et al. (2016)
Marandu	12	64	-	54	Barbero et al. (2017)
Marandu	5	69	46	-	Barbero et al. (2016)
Marandu	8	68	59	64	Oliveira et al. (2015)
Xaraés	6	69	-	-	Castro et al. (2013)

Proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Dados em percentual da matéria seca.

As características descritas impactam negativamente na composição química dos pastos na estação seca. Por outro lado, na estação chuvosa, além de elevado acúmulo de forragem proporcionando oferta de alimentos em quantidade, também são observados aumentos nas concentrações de proteína bruta, nutrientes digestíveis totais e digestibilidade. Nas águas, geralmente são observados aumento nas concentrações de carboidratos solúveis (frações A e B1), e redução na concentração da fração de fibra indisponível C.

Folhas jovens de gramíneas do gênero *Brachiaria*, principalmente no início do período das águas tendem a aumentar a concentração de proteína bruta e diminuir

a fração de nitrogênio insolúvel em detergente neutro. Os aspectos descritos do capim *Brachiaria* na estação seca e chuvosa resultam em variações no desempenho e produtividade animal, como será abordado a seguir.

Desempenho animal

Na estação seca, normalmente as limitações quantitativas e qualitativas dos pastos de *Brachiaria* impactam negativamente sobre o desempenho animal. A composição química da forragem nesta estação não é compatível com os requerimentos nutricionais de bovinos de corte para elevado ganho de peso (Tabela 6), e quando não são fornecidos suplementos, é comum a observação de desempenho abaixo de 0,2 kg/animal/dia (Castro et al., 2013) ou até perda de peso (Zanetti et al., 2000).

Quando não há limitação quantitativa, a baixa concentração de proteína bruta da forragem na estação seca normalmente é um dos principais limitadores do desempenho animal, e nestas condições, é muito difundido o uso de suplementos nitrogenados (com adição de ureia) ou proteicos (com fontes de proteína verdadeira), visando melhoria das condições ruminais para síntese de proteína microbiana, aumento das taxas de degradação ruminal do substrato fibroso. Este tipo de suplemento na estação seca geralmente proporciona desempenho por volta de 0,2 a 0,4 kg/animal/dia (Zanetti et al., 2000).

Tabela 6. Percentual do requerimento nutricional atendido para ganho de peso de 0,5 kg/dia por bovinos na recria durante a estação seca.

Forragem (%)			Requerimento atendido (%)	
PB	NDT	Autor	PB	NDT
8	53	Oliveira et al. (2015)	71	89
5	46	Barbero et al. (2016)	44	77
8	52	Valadares Filho et al. (2016)	71	87

Capim *Brachiaria* (*syn. Urochloa*). Proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT). $\pm 72\%$ de FDN e $\pm 52\%$ digestibilidade. Cálculos considerando bovinos Zebuínos, machos, não castrados (210 a 270 kg), consumindo 4,7 kg/dia de forragem com a composição química descrita (Valadares Filho et al., 2016). Fonte: elaborado pelo autor, adaptado de dados da literatura.

Na estação chuvosa ocorrem condições propícias ao desenvolvimento das forrageiras do gênero *Brachiaria*, e o elevado acúmulo de forragem proporciona alta oferta, incrementos no consumo, e desempenho. A utilização de corretivos agrícolas, associados com fertilizantes como fontes de nitrogênio, fósforo e potássio

são fundamentais para elevação do acúmulo de forragem, composição química e produtividade. O nitrogênio é um elemento com elevado potencial de incremento da produtividade, e quando recomendado considerando fundamentação técnica, é uma importante tecnologia na intensificação dos sistemas de produção de bovinos em pastagens (Alexandrino et al., 2010). A taxa de lotação e produtividade em pastos de *Brachiaria* em função da dose de nitrogênio aplicada é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7. Taxa de lotação em unidade animal (UA=450 kg de peso corporal) e produtividade na recria de tourinhos da raça Nelore, em resposta a doses de aplicação de nitrogênio em pastos de capim Marandu (*Brachiaria*; syn. *Urochloa*) durante a estação chuvosa.

	Dose de nitrogênio (kg/ha)			
	0	90	180	270
Taxa de lotação (UA/ha)	3,4	4,6	5,8	6,5
Produtividade (arobas/ha)	17	26	28	32

Avaliações durante a estação chuvosa (novembro a abril). Ganho de peso médio diário $\pm 0,92$ kg/dia. Solos corrigidos para V% ≥ 45 . 180kg/ha de fertilizante 4-14-8 (ureia, P₂O₅ e K₂O).

Fonte: adaptado de Delevatti et al. (2019).

Outro fator de grande importância sobre o consumo de forragem e desempenho é a altura do pasto. Pastos de maior altura e com alta densidade, proporcionarão maior disponibilidade de massa de forragem, maior consumo de matéria seca e maior desempenho, dentro de uma amplitude específica para cada espécie forrageira ou cultivar. Estudos realizados na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal, têm gerado informações relevantes em lotação contínua e três alturas de pastejo (15, 25 e 35 cm) do capim Marandu, associado com diferentes tipos de suplementos (Cardoso et al., 2020; Ruggieri et al., 2020).

Na Tabela 8 são apresentados o consumo de forragem, relação entre proteína bruta e matéria orgânica digestível consumida, e consumo de energia metabolizável em pastos de capim Marandu pastejado por tourinhos da raça Nelore durante o período a estação chuvosa, manejado com 15; 25 e 35 cm de altura. O ganho de peso corporal por animal apresentou aumento linear com a altura de pastejo, enquanto a produção por hectare, influenciada pela taxa de lotação apresentou resposta contrária, ou seja, diminuiu linearmente. Embora redução no desempenho, tourinhos em pastos de 15 cm apresentaram ganho de peso acima de 1,00 kg/dia, neste caso, atribuído não apenas ao elevado valor nutritivo da forragem, mas também à suplementação, que reduziu os efeitos da baixa oferta de forragem.

Tabela 8. Efeitos da altura do pasto do capim Marandu (*Brachiaria*; *syn. Urochloa*) com suplementação (0,3 % do peso corporal) sob lotação contínua no período das águas sobre a recria de tourinhos de corte da raça Nelore (médias de Janeiro a Abril).

Item	Altura (cm)			Efeito	P-valor
	15	25	35		
Consumo por animal					
Forragem (kg MS/dia)	7,57	8,65	9,23	L	0,02
PB/MO digestível (g/kg)	191	184	191	Ns	0,21
Energia metabolizável (MJ/dia)	82,1	90,6	94,9	Ns	0,19
Produção animal					
Taxa de lotação (UA/ha)	7,11	5,09	3,91	Q	0,05
GMD (kg/animal/dia)	1,08	1,15	1,20	L	0,02
GPH (kg PC/ha)	778	578	470	L	0,0002

Peso corporal (PC) inicial = $334,9 \pm 6,31$ kg, UA = 450 kg PC, proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), ganho médio diário (GMD), ganho de PC por hectare (GPH), efeito quadrático (Q), efeito linear (L) e não significativo (ns). 1 MJ = 239 Kcal.

Fonte: Barbero et al. (2015).

Perspectivas

O gênero *Brachiaria* possui elevada importância nos sistemas de produção pecuária no Brasil, e apresenta espécies e cultivares distintas que podem torná-las mais indicadas para uso nas regiões específicas do país, com solos e condições climáticas diversas. A formação de pastagens com essas forrageiras requer atenção do produtor, desde o preparo do solo até a escolha das sementes, o que proporcionará pastos mais produtivos desde que estratégias de manejo das pastagens sejam adotadas. Embora o acúmulo de forragem e a composição química das braquiárias apresentem grande variação em função de diversos fatores, a literatura contempla dados compatíveis com elevada produtividade. Existe uma grande amplitude de tecnologias para intensificação sustentável, e estas devem ser utilizadas mediante planejamento e contexto de cada sistema de produção.

Referências bibliográficas

ALEXANDRINO, E.; VAZ, R. G. M. V.; SANTOS, A. C. Características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o seu estabelecimento submetida a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, v. 26, p. 886-893, 2010.

BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; ARAUJO, T. L. R.; NAVE, R. L. G.; MULLINIKS, J. T.; BERCHIELLI, T. T.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, p. 110-118, 2015.

BARBERO, R.P.; BARBOSA, M. A. A.F.; FORTALEZA, A. P. S.; MASSARO JÚNIOR, F. L.; DA SILVA, L. D. F.; CASTRO, L. M. Suplementação com fontes proteicas na terminação de novilhas de corte: Estudo bioeconômico. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, p. 45-50, 2016.

BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; NAVE, R. L. G.; MULLINIKS, J. T.; DELEVATTI, L. M.; KOSCHECK, J. F. W.; ROMANZINI, E. P.; FERRARI, A. C.; RENESTO, D. M.; BERCHIELLI, T. T.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Influence of post-weaning management system during the finishing phase on grasslands or feedlot on aiming to improvement of the beef cattle production. **Agricultural Systems**, v. 153, p. 23-31, 2017.

BARBOSA, M. A. A. F.; CASTRO, L. M.; BARBERO, R. P.; BRITO, V. C.; SAAD, R. M.; RIBEIRO, E. L. de A.; MIZUBUTI, I. Y.; BRIDI, A. M. Produção de forragem e composição estrutural de pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés manejados em diferentes alturas de pastejo. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 34, p. 4145, 2013.

BRAGA, G. J.; PEDREIRA, C. G. S.; HERLING, V. R.; LUZ, P. H. C. Eficiência de pastejo de capim-marandu submetido a diferentes ofertas de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1641-1649, 2007.

BOGDAN, A.V. Tropical pasture and fodder plants. New York, Longman, 1977. 475p.

BULLER, R.E.; STEENMEIJER, H.P.; QUINN, L.R.; ARONOVICH, S. Comportamento de gramíneas introduzidas no Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 7, p. 17-21, 1972.

CARDOSO, A. S.; BARBERO, R.P.; ROMANZINI, E.P. ; TEOBALDO, R. W.; ONGARATTO, F.; FERNANDES, M. H. M. da R.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Intensification: A Key Strategy to Achieve Great Animal and Environmental Beef Cattle Production Sustainability in *Brachiaria* Grasslands. **Sustainability**, v. 12, p. 6656, 2020.

CASTRO, L. M.; BARBOSA, M. A. A. F.; BARBERO, R. P.; BRITO, V. C.; MIORIN, R. L. ; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. de A.; MIZUBUTI, I. Y. Desempenho de bovinos de corte em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés manejados em diferentes alturas de pastejo. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 34, p. 4133-4144, 2013.

COSTA, K. A. P. Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 60p.

Da SILVA, S. C.; GIMENES, F. M. A.; SARMENTO, D. O. L.; SBRISSIA, A. F.; OLIVEIRA, D. E.; HERNADEZ-GARAY, A.; PIRES, A. V. Grazing behaviour, herbage intake and animal performance of beef cattle heifers on marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **Journal of Agricultural Science**, v. 151, p. 727-739, 2013.

DA SILVA, S.C. O manejo do pastejo e a produção animal. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Ed.). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros. Jaboticabal**: Maria de Lourdes Brandel-ME, 2013. 714p.

DELEVATTI, L. M.; CARDOSO, A. S.; BARBERO, R. P.; LEITE, R. G.; ROMANZINI, E. P.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. **Scientific Reports**, v. 9, p. 7596, 2019.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. M.; CACERE, E. R. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, 98-106, 2009.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VITOR, C. M. T.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; REIS, G. C.; MARTUSCELLO, J. Z. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.

FARIA, D.J.G. **Características morfogênicas e estruturais dos pastos e desempenho de novilhos em capim-braquiária sob diferentes alturas**. 2009. 145f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FLORES. R. S.; EUCLIDES, V. P. B.; ABRÃO, M. P. C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p.1355-1365, 2008.

GIACOMINI, A.; Da SILVA, S. C.; SARMENTO, D. O. L.; ZEFERINO, C. V.; SOUZA JÚNIOR, S. J.; TRINDADE, J. K.; GUARDA, V. D.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agricola**, v. 66, 733-741, 2009.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 185-223.

OLIVEIRA, A. P.; CASAGRANDE, D. R.; BERTIPAGLIA, L. M.; BARBERO, R. P.; BERCHIELLI, T. T.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Supplementation for beef cattle on Marandu grass pastures with different herbage allowances. **Animal Production Science**, v. 56, 2015.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; Da SILVA, S. C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, 618-625, 2009.

MARTINS, C. D. M.; EUCLIDES, V. P. B.; BARBOSA, R. M.; MONTAGNER, D. B.; MIQUELOTO, T. Consumo de forragem e desempenho animal em cultivares de *Urochloa humidicola* sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, 1402-1409, 2013.

MONTAGNER, D. B., ARAÚJO, A. R., EUCLIDES, V. P. B., MACEDO, M. C. M., ZIMMER, A. H., ANDRADE, R. A. S. Potencial produtivo dos capins BRS Piatã e BRS Paigás em sistema de integração lavoura-pecuária - Campo Grande, MS: **Boletim de pesquisa e desenvolvimento** 39, Embrapa Gado de Corte, 2018.

PEDREIRA, C. G. S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In: XXXIX Reunião Annual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Recife; p. 100–150, 2002.

PORTELA, J. N.; PEDREIRA, C. G. S.; BRAGA, G. J. Demografia e densidade de perfilhos de capim-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, 315-322, 2011.

RUGGIERI, A. C.; CARDOSO, A. S.; ONGARATTO, F.; CASAGRANDE, D. R.; BARBERO, R. P.; BRITO, L. F.; AZENHA, M. V.; OLIVEIRA, A. A.; KOSCHECK, J. F. W.; REIS, R. A. Grazing intensity impacts on herbage mass, sward structure, greenhouse gas emissions, and animal performance: analysis of *Brachiaria* pastureland. **Agronomy**, v. 10, 1-18, 2020.

SANTOS, M. E. R.; SILVEIRA, M. C. T.; GOMES, V. M.; FONSECA, D. M.; SOUSA, B. M. L.; SANTOS, A. D. Pasture height at the beginning of deferment as a determinant of signal grass structure and potential selectivity by cattle. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.35, 379-385, 2013.

SANTOS, P. M.; CAVALCANTE, A. C. R. Diferimento do uso de pastagens. In: Pires, A.V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: Fealq, 2010 v.I, p.497-509.

SENDULSKY, T. Chave para identificação de *Brachiaria*. **J. Agroceres**, v.5(56),4-5, 1977

SERRÃO, E.A.D.; SIMÃO NETO, M. Informações sobre duas espécies de gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* na Amazônia: *Brachiaria decumbens* Stapf e *Brachiaria ruziziensis* Germain

et Evrard. Belém, Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte, 1971. 31p. (IPEAN. Série: Estudos sobre forrageiras na Amazônia, v.2., n.1).

VALADARES FILHO, S. C.; COSTA E SILVA, L. F.; GIONBELLI, M. P.; ROTTA P. P.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PRADOS, L. F. 2016. Nutrient requirements of Zebu and crossbreed cattle. 3. ed. VALADARES FILHO, S. C.; COSTA E SILVA, L. F.; GIONBELLI, M. P.; ROTTA, P. P.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PRADOS, L. F. editores. Viçosa: UFV: 334 p.

VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. *Gênero Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Eds.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: Ed UFV, 2013

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. P.; VALÉRIO, J. R.; MENDES-BONATO, A. B.; VERZIGNASSI, J. R.; TORRES, F. Z. V.; MACEDO, M. C.M.; FERNANDES, C. D.; BARRIOS, S. C. L.; DIAS FILHO, M. B.; MACHADO, L. A. Z.; ZIMMER, A. H. BRS Ipyorã (“belo começo” em guarani): híbrido de Brachiaria da Embrapa – Brasília, DF: **Comunicado Técnico 137**, Embrapa Gado de Corte, 2017.

VIEIRA, J. M. **Espaçamento e densidade de semeadura de Brachiaria decumbens Stapf para formação de pastagens**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queirós”, 1974. 160p. Tese de Mestrado.

VILELA, H. H. **Estrutura do dossel, demografia do perfilhamento e acúmulo de forragem em pastos de Brachiaria humidicola submetidos a regimes de lotação intermitente** 2011. Tese (Doutorado em Pastagens e Forragicultura) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

ZANETTI, M.A.; MAURO, J.; RESENDE, L.; SCHALCH, F.; MIOTTO, C. M. Desempenho de novilhos consumindo suplemento mineral proteinado convencional ou com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, p. 935-939, 2000.

WINTER, W.H.; EDYE, B.A.; MEGARRITY, R.G.; WILLIAMS, W.T. Effects of fertilizer and stocking rate on pasture and beef production from sown pastures in Norther Cape York Penninsula. 1 Botanical and chemical composition of the pastures. **Aust. J. Exper. Agric. Husb.**, v. 17, 6674, 1977.

3

Principais espécies de *Cynodon*

Magno José Duarte Cândido¹

Francisco Gleyson da Silveira Alves¹

Clemente Fernandes dos Santos Neto¹

Marcos Neves Lopes²

Introdução

O gênero *Cynodon*, incluindo genótipos pertencentes aos grupos *Cynodon dactylon* (Gramma bermuda), *Cynodon nlemfluensis* (Gramma estrela) e *Cynodon aethiopicus*, inclui importantes opções de plantas forrageiras para os sistemas de produção animal. Trata-se de plantas com elevada produção de biomassa e de alta qualidade, especialmente quando o manejo é baseado na sua morfofisiologia e a colheita feita com eficiência e no momento adequado.

As forrageiras do gênero *Cynodon* apresentam grande importância para os sistemas pecuários pela sua grande flexibilidade de uso nos sistemas de produção, atendendo aos produtores que trabalham em sistemas sob pastejo e sob corte para uso imediato ou posterior após o armazenamento da forragem, seja na forma de feno, seja como silagem ou pré-secado.

¹ Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE, Brasil. magno@ufc.br; gleysonufc54@gmail.com; clementefernandes14_@hotmail.com

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI, Campus Valença do Piauí, Valença do Piauí, PI, Brasil. marcos.neves@ifpi.edu.br

No pastejo, as forrageiras do gênero *Cynodon* são utilizadas tanto na lotação contínua, como na rotativa e também sob diferimento (pastejo diferido). Outro aspecto positivo desse gênero refere-se à sua versatilidade de uso para as diferentes espécies e categorias de animais de produção. Ademais, também são boas opções de plantas forrageiras para cultivo em associação/consorciação, visto favorecer o incremento da produção de biomassa e proporcionar melhoria na qualidade da dieta animal, potencializando a produtividade do sistema de produção e a lucratividade do produtor, garantindo a sustentabilidade no longo prazo.

Diante do exposto, objetivou-se apresentar nesse capítulo uma abordagem aplicada e sustentada cientificamente do gênero *Cynodon*, enfatizando-se as características e potencialidades dos principais genótipos para cultivo nos sistemas de produção animal.

Histórico e distribuição da espécie no mundo e no Brasil

O gênero *Cynodon* originou-se na África e divide-se em *Cynodon dactylon* (Gramma bermuda ou Gramma seda), *Cynodon nlemfluensis* (Gramma estrela) e *Cynodon aethiopicus*. Essa subdivisão foi proposta por Clayton & Harlan (1970), que elaboraram uma chave para identificação das espécies africanas tropicais de *Cynodon*, considerando-se a presença de rizoma como principal característica. As grammas estrelas não possuem rizomas, diferentemente das grammas bermudas.

A introdução do *Cynodon* no continente americano ocorreu no início ou meados do século XVIII. Documentos históricos ratificam que as grammas bermuda foram transportadas para o Estado da Geórgia nos Estados Unidos pelo Governador Henry Ellis em 1751 (Burton & Hanna, 1995). Conforme Harlan (1970), a Gramma bermuda rapidamente virou problema para os produtores de algodão e milho do Sul dos EUA, pois seus rizomas vigorosos e numerosos facilmente propagavam-se no cultivo do solo a tração animal, constituindo-se planta invasora de difícil controle.

Em 1943, houve o lançamento do cv. Coastal, resultado do cruzamento entre uma linhagem local constatada em campos de algodão na Geórgia e uma introduzida da África. O desenvolvimento desse cultivar foi um grande marco para os agricultores do sudeste dos EUA, que passaram a utilizá-lo como planta forrageira, em função das características favoráveis ao manejo. Esse cultivar, além de impulsionar a pecuária regional, também foi importante para o melhoramento genético do gênero. Despertou-se o interesse dos pesquisadores em melhorar a gramma bermuda através do lançamento de cultivares (Harlan, 1970).

Novos materiais de *Cynodon* foram lançados por universidades e centros de pesquisa para atender especificidades de clima e solo regionais. Atualmente, um renovado interesse por forrageiras desse gênero tem sido observado, motivado por uma sequência de novos lançamentos de cultivares comerciais nos EUA, que foram rapidamente introduzidos e disseminados em outras regiões.

Vários trabalhos de melhoramento da grama bermuda foram realizados nos últimos 50 anos e deram origem aos híbridos essencialmente estéreis e com produção de sementes não viáveis, sendo propagados vegetativamente. Como principais características, destacam-se: boa resposta a adubação nitrogenada, maior produção de biomassa, melhor valor nutritivo e maior tolerância ao frio (Vilela & Alvim, 1998).

Considerando-se a espécie *Cynodon dactylon* (Grama bermuda), os cultivares Callie, Coastcross, Tifton 78, Florakirk, Tifton 85, Jiggs, Vaquero e Tierra verde são os de maior destaque nos sistemas de cultivo. Para *Cynodon nlemfuensis* (grama estrela), ressaltam-se os cultivares Florona, Florico, Estrela Roxa e Tifton 68.

No Brasil, não há registro oficial e formal da entrada do *Cynodon*, provavelmente ocorreu entre os séculos XVII e XVIII por navios transportadores de escravos da África (Pedreira, 2010). Os cultivares mais recentes lançados foram implantadas no Brasil pela iniciativa de pesquisadores e produtores, importando-as das Américas Central e do Norte.

Diversos estudos sobre novos cultivares de *Cynodon* desenvolvidas nos Estados Unidos da América foram realizados na Unidade Experimental de Plantas Forrageiras, em área do Departamento de Produção Animal da ESALQ/USP, Piracicaba-SP, Brasil e serão mencionados adiante.

Em 1986, o cultivar Callie (Capim-gramão) foi introduzido no Brasil através de mudas trazidas dos Estados Unidos pelo Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN). O cultivar foi distribuído para vários centros da Embrapa, como a Semiárido e a Caprinos e Ovinos.

Em estudos agronômicos realizados em Sobral/Ceará, o capim-gramão apresentou características favoráveis para produção no Semiárido: tolerância à seca e ao pisoteio, resistência a pragas e doenças, alta produção de biomassa, rápido estabelecimento e agressividade no povoamento de áreas recém-implantadas. Tais características fazem do capim-gramão ótima alternativa para formação de pastagens cultivadas, enriquecimento de pastagens nativas e produção de feno no Semiárido Brasileiro (Sousa, 1998). Desde sua introdução, essa gramínea se expandiu em fazendas no interior do Nordeste e até hoje é muito utilizado para pastejo, enriquecimento da Caatinga e como forragem conservada na forma de feno.

Aspectos botânicos, fisiológicos e morfológicos

***Cynodon dactylon* (Grama bermuda)**

O Capim-gramão (*Cynodon dactylon* var. *aridus* cv. Callie) é perene de porte médio, até 1,0 metro de altura, estolonífera, rizomatosa, folhas aveludadas, inflorescência com 3 a 7 espigas em um ou dois verticilos, espiguetas de 2 a 3 mm de comprimento. Apresenta crescimento dos estolões na época seca, mesmo em solos com baixa fertilidade, no Nordeste brasileiro (Sousa, 1998).

O Capim-coastcross (*Cynodon dactylon* cv. Coastcross) é um híbrido interespecífico entre Coastal e uma introdução de *Cynodon nlemfuensis* var. *robustus*, oriunda do Quênia (Burton 1972). Possui rizoma, alto valor nutritivo, colmos finos e alta relação lâmina foliar/colmo, folhas macias, apresentando verde menos intenso do que os cultivares do grupo estrela (Vilela & Alvim, 1998). Essa forrageira é muito indicada para pastejo e também para fenação, já que desidrata com facilidade. Este cultivar não cobre rapidamente o solo, mesmo possuindo estolões vigorosos, deixando-o susceptível a plantas invasoras.

O Capim-tifton 78 (*Cynodon dactylon* cv. Tifton 78) foi lançado pela Universidade da Geórgia em 1978, trata-se de híbrido resultante do cruzamento do cultivar Tifton 44 com o cultivar Callie. É estolonífera, rizomatosa, folhas e hastes finas, bom valor nutritivo e boa produção de matéria seca (MS). Apresenta rápida cobertura do solo devido a presença de estolões.

O Capim-florakirk (*Cynodon dactylon* cv. Florakirk) é um híbrido originado do cruzamento do Callie com o Tifton 44. Lançado em 1994, pela Universidade da Flórida, Estados Unidos, com o objetivo principal para a produção de feno no Norte da Flórida e Sul da Geórgia, devido apresentar caule fino, persistência, boa produção, boa qualidade e moderada resistência ao frio. Apresenta nós e entrenós glabros, as lígulas medem de 0,15 a 0,50 mm, a lâmina foliar com 2,5 a 25 cm de comprimento e 1,4 a 5,5 mm de largura, lisa, macia e suculenta. A inflorescência é composta de 3 a 6 espiguetas, ocasionalmente 8, predominando a cor avermelhada. É perene, estolonífero e rizomatoso, apresenta maior resistência a solos encharcados, é recomendada para intervalos entre pastejos de quatro semanas ou para cortes e fenação a cada 4-5 semanas, buscando integrar qualidade e produção de forragem sem afetar a persistência da pastagem (Mislevy et al., 1995).

O Capim-tifton 85 (*Cynodon dactylon* cv. Tifton 85) é um dos últimos lançamentos do grupo do Dr. Glenn Burton, lançado em 1992. É um híbrido interespecífico resultado do cruzamento Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis*) e a

introdução PI 290884 (*Cynodon dactylon*), um material oriundo da África do Sul (Pedreira, 2010). Apresenta porte alto em relação às demais espécies do gênero, colmo delgado e liso, folhas menores e estreitas, estolões abundantes, verdes de tom arroxeado e rizomas grossos e desenvolvidos. Relação lâmina foliar/colmo elevada, sendo uma boa opção para fenação. Inflorescência é pequena, formada por cinco racemos digitados no ápice da ráquis, por ser híbrido interespecífico as sementes não são viáveis, sendo propagado vegetativamente.

O Capim-jiggs (*Cynodon dactylon* var. Jiggs) é recente no Brasil, resultado de seleção da grama bermuda por um fazendeiro do leste do Texas. Propagação vegetativa, porte intermediário, forma dossel denso, folhas e estolões muito finos e poucos rizomas. De acordo com Pedreira (2010), por desconhecimento de sua origem e da consequente falta de estudos, existe pouca descrição dessa variedade.

O Capim-vaquero (*Cynodon dactylon* cv. Vaquero) também é recente no Brasil, se multiplica por sementes importada dos EUA, apresenta rizoma e crescimento estolonífero, demandando precipitação anual acima de 500 mm, exige fertilidade de média à alta. É recomendado para Equinos, Ovinos, Caprinos, Bovinos e Muares.

O Capim-tierra verde (*Cynodon dactylon* cv. Tierra Verde) é um ecótipo comercial proveniente do cruzamento entre a bermuda comum com a Giant. Também é recente no Brasil, sua multiplicação se faz por sementes, importada dos EUA, tem uma produtividade de MS maior que o Vaquero, sendo as demais características parecidas com este.

***Cynodon nlemfuensis* (Gramma estrela)**

O Capim-florona (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florona) é perene, estolonífero, sem rizomas, com hastes e folhas de cor verde-clara e inflorescência roxa. Foi selecionado por sua persistência, alta produção de biomassa e maior precocidade do que a Florico, no verão. Tem estabelecimento rápido, cobrindo rapidamente o solo, é muito rústica (Mislevy et al., 1989). A sua relação lâmina foliar/colmo é baixa. Não possui rizoma, seus colmos e folhas têm a cor verde-clara e a inflorescência é roxa.

O Capim-florico (*Cynodon nlemfuensis* cv. Florico) é oriundo do Quênia e foi introduzido em Porto Rico em 1957 e na Flórida em 1972. Não possui rizomas, é todo arroxeado, sobretudo as inflorescências, tem alta produção de biomassa, boa adaptação em muitos solos tropicais, respondendo bem a doses elevadas de adubação e ao manejo intensivo. É perene, de estação quente, estolonífero, apresenta colmos eretos e não possui rizomas, tem cor verde-escura (Mislevy et al., 1989).

O Capim-estrela roxa (*Cynodon nlemfuensis* cv. Estrela Roxa) apresenta alta produção e habilidade nas condições tropicais de produzir forragem o ano todo. O seu estabelecimento é rápido, cobrindo rapidamente o solo, é muito rústico e tolerante a baixas temperaturas. A sua relação lâmina foliar/colmo é alta. Não possui rizomas, seus colmos e folhas são arroxeadas, principalmente as inflorescências. Sua adaptação a vários tipos de solos e climas e outras características benéficas o qualifica para uso em melhoramento e hibridação com *Cynodon*.

O Capim-tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis* cv. Tifton 68) é um híbrido obtido a partir de melhoramento genético realizado com o gênero *Cynodon* nas universidades da Geórgia e da Flórida, nos Estados Unidos. É perene, com hastes grossas, sem rizomas, mas com estolões muito robustos com pigmentação roxa pronunciada, folhas largas, mais pilosas e maiores do que os demais cultivares selecionados. Multiplica-se por meio de mudas (Burton & Monson, 1984).

Aspectos do cultivo: plantio, manejo e produtividade de espécies do gênero *Cynodon*

No estabelecimento da cultura, devem ser observadas as condições edafoclimáticas do local e com base nesse conhecimento escolher a espécie mais adaptada. Conforme com Rodrigues et al. (1998), capins do gênero *Cynodon* adaptam-se a diversas topografias de solos, sendo recomendadas para uso no controle de erosão em virtude de apresentar uma boa cobertura de solo.

Espécies pertencentes a esse gênero não são indicadas para solos encharcados ou alagados e nem para áreas onde ocorre sombreamento (Mickenhagen & Soares Filho, 1995). Pedreira et al. (1998) reforçam que essas plantas não se adaptam a solos muito compactados ou arenosos, sendo plantas bastante exigentes em fertilidade. Logo, é necessário que se adote práticas de uso de adubações e correções do solo, visando alcançar os objetivos de exploração almejados. As recomendações de adubação e de correção devem ser feitas a partir da análise química do solo, permitindo que a quantidade adequada seja aplicada.

O plantio das plantas forrageiras do gênero *Cynodon* deve ser realizado na época de maior probabilidade de estabelecimento, de modo a maximizar a competitividade da planta. Onde não há disponibilidade de irrigação, recomenda-se plantar no início das águas e em qualquer época em regiões onde há possibilidade de uso de irrigação (Andrade et al., 2009). Para que as mudas gerem novas plantas

é necessário garantir que o solo esteja úmido, evitando que ocorra a desidratação ou morte do material que será utilizado (Baseggio et al., 2015).

As mudas utilizadas devem ter cerca de 100 dias de idade, pois apresenta teores de carboidratos de reserva em quantidade suficiente para que possa ser usado até que a planta passe a realizar fotossíntese novamente, e devem ser recém-colhidas (quanto mais tempo passar até o plantio, menor será o vigor da muda). Plantas jovens e pequenas não são recomendadas devido a maior facilidade da muda sofrer desidratação no sulco (Seghese, 2009).

Como a principal forma de propagação da planta é por meio vegetativo, aconselha-se deixar cerca de um terço da muda acima da superfície do solo, o restante deve ser enterrado (Rodrigues et al., 1998). Com o intuito de assegurar o suprimento de água para as mudas, via capilaridade, elas devem sofrer uma leve compactação após o plantio para aumentar o contato entre planta e solo. É aconselhado fazer o controle de plantas espontâneas, diminuindo a competitividade por água e nutrientes (Seghese, 2009). Deve-se fazer uma adubação de manutenção, estimulando o perfilhamento e com isso aumentando a cobertura do solo, acelerando o uso da área, para isso é necessário fazer uma análise correta do solo. No caso de mudas, as mesmas podem ser formadas pela planta inteira ou por sua parte aérea, como por exemplo, estolões ou rizomas (Pedreira, 2010).

Apesar de algumas espécies apresentarem sementes viáveis, estas são produzidas em pouca quantidade, dificultando a adoção desse meio de propagação (Hanna & Anderson, 2008; Andrade et al., 2009). No entanto, com os avanços nos estudos de melhoramento genético de plantas forrageiras, vem sendo lançados no mercado cultivares de *Cynodon* propagadas via semente, como os capins Vaquero, Giant, Commom e Tierra Verde (Evers & Parsons, 2002; Soares Filho et al., 2015).

As mudas podem ser plantadas por meio de sulcos, covas ou a lanço (espalhadas na superfície do solo). Conforme Rodrigues et al. (1998) e Andrade (2009), o uso de sulcos é mais recomendado devido à maior facilidade e sobrevivência das mudas. Nesse caso, o sulco deve ter entre 5 e 15 cm de profundidade e as mudas devem ser colocadas entre 50 e 100 cm de distância.

A quantidade de mudas a ser utilizada dependerá do método adotado para o plantio e da qualidade das mudas. Rodrigues et al. (1998) e Seghese (2009) recomendam o uso de 2,5 toneladas de mudas por hectare para plantio em sulcos, 4 a 5 t ha⁻¹ no plantio a lanço e 3 t ha⁻¹ para plantio em covas. Taliaferro et al. (2004) recomendaram no plantio em linhas, espaçamento de 0,9 m e 5 cm de profundidade. Entretanto, Pedreira (2010) reforçou que as recomendações para o plantio de cultivares do gênero *Cynodon* são bastante conhecidas e que não sofreram mudanças.

Ao estudar o estabelecimento de *Cynodon dactylon* via estolões ou rizomas, Fernandez (2003) verificou maior emergência de novas plantas oriundas dos estolões, o que pode provocar a morte do novo perfilho caso as condições de umidade do solo não sejam adequadas, devido à maior competição por carboidratos de reservas. Enfatizou ainda que maiores fragmentos de muda terão brotação e perfilhamento mais rápidos, devido à maior quantidade de carboidratos de reservas e do maior número de nós (Baseggio et al., 2014).

Em geral, o gênero *Cynodon* é bastante exigente em fertilidade do solo, sendo necessária a reposição dos nutrientes para alta produtividade da cultura, principalmente quando da produção intensiva. As plantas forrageiras desse gênero são bastante responsivas à adubação. Todavia, ressalta-se que o atendimento à exigência nutricional da planta deve ser feito a partir da adequação das características químicas do solo, que deve anteceder a implantação do pasto (Monteiro, 1998).

Espécies forrageiras pertencentes a esse gênero apresentam elevada produção de biomassa com alta qualidade (Coutinho et al., 2014). Na Tabela 1 encontram-se alguns estudos com capins do gênero *Cynodon* adubados com nitrogênio.

Tabela 1. Produção de matéria seca (PMS; kg ha⁻¹ ano⁻¹) e eficiência de uso do nitrogênio (EUN; kg MS kg⁻¹ N) de plantas do gênero *Cynodon*

Local	Autor	Cultivar	Adubação (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ de N)	PMS	EUN
Viçosa-MG	Ribeiro & Pereira (2011)	Tifton 85	400	20.466	36,8
Cáceres-MT	Quaresma et al. (2011)	Tifton 85	400	14.225	22,67
Viçosa-MG	Oliveira et al. (2011)	Coastcross	400	15.480	23,2
Lavras-MG	Rocha et al. (2002)	Tifton 68	400	9.790	15,8
Xanxerê-SC	Maccari et al. (2019)	Jiggs	250	5.122,40	-
Juiz de Fora-MG	Alvim et al., (1998)	Coastcross	750	12.200	21,8
Paranavaí-PR	Barbero et al. (2009)	Coastcross	amendoim forrageiro + 200 kg de N	18.079	-
Guarapuava-PR	Poczynek et al. (2016)	Estrela-roxa	300	17.327	-
Guarapuava-PR	Poczynek et al. (2016)	Tifton 68	300	21.016	-
Guarapuava-PR	Poczynek et al. (2016)	Jiggs	300	21.348	-
Texas-EUA	Evers (1985)	Coastal	336	11.200	-

Martim (1997) observou aumento na produção de forragem de 113% quando a dose de nitrogênio passou de 20 para 180 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, enquanto Gomes et al. (1997) relataram aumento de 50 e 24% quando aplicaram dose de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em comparação ao capim não adubado na época chuvosa e seca, respectivamente. Morais Neto (2013) relatou incremento de 78,05% na produção de lâmina foliar verde

do capim-tifton 85 para a dose de 600 mg dm^{-3} quando comparado com plantas não adubadas. Esse incremento na produção permite menor ciclo e maior número de desfolhações.

Ao avaliar o Capim-jiggs sob diferentes doses de nitrogênio (0; 100; 200 e $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), Roecker et al. (2011) relataram aumento de 17,07% na produção de MS quando o capim foi adubado com a maior dose em relação aos não adubados. O Capim-vaquero se mostrou responsivo à adubação nitrogenada, sendo que Morais Neto (2013) relatou incremento de 48,13% na produção de biomassa de lâmina foliar para a maior dose ($1200 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) em relação ao controle (sem adubação). De acordo com Monteiro (1998), doses acima de $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N maximizam a produtividade de plantas forrageiras do gênero *Cynodon*.

A adubação com potássio também é necessária para garantir bons níveis de produção de forragem, tendo em vista ser este o segundo nutriente mais extraído pelas espécies desse gênero. Ademais, os solos brasileiros são pobres em potássio (Sarmiento et al., 2006). O potássio desempenha diversas funções na planta como translocação e armazenamento de fotoassimilados, bem como na manutenção das águas nos tecidos das plantas (Meurer, 2006).

Coutinho et al. (2014) e Silva et al. (2011), trabalhando com Capim-tifton 85, observaram aumento de 86 e 93%, respectivamente, na produção das plantas que receberam a maior dose aplicada em relação às plantas não adubadas.

A maior parte dos solos tropicais tem baixo teor de fósforo, o que pode reduzir a produção das plantas forrageiras. Para Marschner (1993), o fósforo é um dos nutrientes que favorece o desenvolvimento das raízes, pois favorece a alocação dos fotoassimilados para o sistema radicular, permitindo seu maior crescimento.

De acordo com Wright et al. (1984), independentemente do nível de nitrogênio aplicado, o fósforo influencia positivamente as respostas produtivas de plantas do gênero *Cynodon*, sendo este nutriente o fator a limitar mais a produção, pois sem seu uso as cultivares quase não produziram. Pacheco et al. (1987), estudando *C. nlemfuensis* sob dose de até $600 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de P_2O_5 , concluíram que o aumento significativo de produção de forragem aconteceu somente até a dose de $300 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Para Segars & Usherwood (1997), o Capim-bermuda necessita de $14,4 \text{ kg de P}_2\text{O}_5$ para produzir uma tonelada de biomassa.

Fatores ligados às condições climáticas também interferem na produção, principalmente em regiões com alta evapotranspiração e irregularidade na distribuição da chuva, como o Semiárido Brasileiro, onde pode haver déficits hídricos e declínio da produtividade. Assim, é interessante adotar a irrigação suplementar para contornar esse déficit hídrico, permitindo melhores condições de umidade no solo

para o crescimento e desenvolvimento da planta. Os benefícios do uso da irrigação são melhor observados no período seco, nos veranicos que ocorrem na época chuvosa e no período de transição entre o período seco e o chuvoso.

Maior produção de forragem total de *Cynodon* spp. foi constatada por Sanches et al. (2015) ao trabalharem com pasto irrigado (sistema por aspersão) (2.390,2 kg MS ha⁻¹ ciclo⁻¹) quando comparado com o sistema sem irrigação (1.124,4 kg MS ha⁻¹ ciclo⁻¹), com taxas de acúmulos de forragem de 74,2 e 40,6 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. Sanches et al. (2017) também observaram aumento na produção de forragem do Capim-tifton 85 com o uso da irrigação (sistema por aspersão), com valores de 3.626,5 e 2.74,1 kg MS ha⁻¹ ciclo⁻¹ com e sem o uso da irrigação, respectivamente. Relataram ainda taxa de acúmulo de forragem de 128,9 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ (com irrigação) e 73,7 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ (sem irrigação).

Amaral (2006) relatou que a irrigação proporcionou aumento na produção de biomassa, com valores médios de 2.837 e 2.025 e 4.164 e 2.694 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ no período entre os meses de abril a setembro para os capins Florakirk e Florana com ou sem irrigação, respectivamente.

A idade de rebrotação também afeta a produção. Oliveira et al. (2000), avaliando *Cynodon* spp. em diferentes idades de rebrotação, constataram valores entre 3100 e 12300 kg ha⁻¹, dos 14 aos 70 dias. Silva et al. (2015), estudando os capins Tifton 85, Jiggs e Vaquero nas frequências de colheita de 14; 28 e 42 dias, relataram produção similar entre os cultivares na maior frequência, todavia com os períodos de crescimento mais longos o Vaquero foi o menos produtivo. Oliveira et al. (2011) reportaram produção de biomassa de 8.831 e 16.291 kg ha⁻¹ para o Capim-coastcross nas idades 28 e 42 dias e adubado com 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, respectivamente.

Aspectos de valor nutritivo, formas de utilização e desempenho animal

Pastejo

As plantas do gênero *Cynodon* são importante recurso forrageiro, podendo ser usadas em diversos sistemas produtivos, desde os mais intensivos aos mais simples, devido ao seu potencial produtivo e bom valor nutritivo. Vários estudos realizados nos Estados Unidos e no Brasil já demonstraram seu potencial para pastejo (Mislevy et al., 1995; Fagundes et al., 2001; Pedreira et al., 2016; Pedreira et al., 2018).

Estudo conduzido por Fagundes et al. (2001) com três espécies de *Cynodon* (Tifton 85, Florakirk e Coastcross) sob lotação contínua com ovinos e mantidos em quatro alturas residuais (5; 10; 15 e 20 cm) revelaram que o índice de área foliar variou de 0,21 a 3,71, sendo maiores valores observados para o capim-tifton 85, enquanto as outras duas espécies apresentaram resultados semelhantes. O maior IAF para o Tifton 85 se deve ao seu maior porte, folhas maiores e mais largas. Com relação a taxa de acúmulo de forragem, os autores relataram que as espécies apresentaram um comportamento uniforme entre si nas diferentes épocas de colheita (agosto a dezembro), com valores médios variando de 27,8 a 104,3 kg ha⁻¹ dia⁻¹.

Pedreira et al. (2018), ao avaliarem os capins Jiggs e Tifton 85 pastejados por vacas leiteiras em períodos de descanso fixo (28 dias) ou variável (25 cm), relataram que essas duas forrageiras podem ser utilizadas em qualquer um dos intervalos de pastejo, sendo o capim-jiggs tão produtivo quanto o capim-tifton 85, apresentando valores médios de acúmulo de forragem e taxa de acúmulo de forragem semelhantes (16.800 kg ha⁻¹ e 93,0 kg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente).

Vilela et al. (2006), avaliando vacas leiteiras em Capim-coastcross sob lotação rotativa (um dia de ocupação e 35 dias de descanso na época seca e 25 dias na época chuvosa) relataram produção de leite de 15,5 e 19,1 kg vaca⁻¹ dia⁻¹ e 77,8 e 94,0 kg ha⁻¹ dia⁻¹, com taxa de lotação de 5 vacas/ha. Já vacas leiteiras em pastagem dessa mesma forrageira, sob taxa de lotação de 5,8 vacas por hectare e recebendo 3 kg de concentrado produziram 16,6 kg vaca⁻¹ dia⁻¹ (Vilela et al., 1996).

Alvim & Botrel (2001) relataram que vacas no início da fase de lactação mantidas em Capim-coastcross adubado com menor dose de nitrogênio (100 kg ha⁻¹ ano⁻¹) apresentaram menor produtividade de leite (87,3 kg ha⁻¹ dia⁻¹), enquanto as mantidas em pastos adubados (doses de 250 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹) apresentaram resultados semelhantes (103,6 e 105,9 kg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente). Por outro lado, a produção por animal não foi influenciada pelos níveis de adubação, com média de 17,2 kg vaca⁻¹ dia⁻¹. Diante disso, os autores recomendaram a dose de nitrogênio equivalente a 250 kg ha⁻¹ ano⁻¹, quando se objetiva produtividade por área.

Quanto à intensidade de desfolhação, as maiores devem ser utilizadas com cuidado, pois podem prejudicar o desempenho individual, enquanto maiores alturas residuais podem ser utilizadas desde que o pasto apresente bom valor nutritivo. Conforme Carnevalli et al. (2001a), ovinos em pastos com maior altura residual obtêm melhor desempenho pela maior biomassa e taxa de acúmulo de forragem.

Ao avaliarem Capim-florakirk pastejado por ovinos sob quatro resíduos (5; 10; 15 e 20 cm), Carnevalli et al. (2000) observaram que durante o verão a taxa de acúmulo de forragem, capacidade de suporte, ganho por animal, ganho por área e

consumo de forragem foram semelhantes entre as alturas residuais, com valores médios de 82,8 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, 1.682,5 kg PC ha⁻¹ dia⁻¹, 41,02 g animal⁻¹ dia⁻¹, 3,4 kg ha⁻¹ dia⁻¹ e 403,5 g MS animal⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. Já na primavera, a taxa de acúmulo de forragem e ganho por área foram iguais entre os resíduos (51,4 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ e 0,9 kg ha⁻¹ dia⁻¹), enquanto na maior intensidade de desfolhação houve maior capacidade de suporte (2.016 kg PC ha⁻¹ dia⁻¹), porém, menor consumo (62 g MS animal⁻¹ dia⁻¹) e menor desempenho (5,1 g animal⁻¹ dia⁻¹).

Em experimento com os capins Tifton 85 e Florakirk, Pedreira et al. (2016) observaram ganho médio diário de 0,6 kg dia⁻¹ para ambos. Já a taxa de lotação foi maior no capim-tifton 85 (6,4 UA ha⁻¹ versus 3,8 UA ha⁻¹), resultando em maior ganho por área (280 kg ha⁻¹) que no capim-florakirk.

Maior frequência de desfolhação pode diminuir o acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon*, reduzindo a capacidade de persistência da planta forrageira, além de facilitar o surgimento de invasoras (Liu et al., 2011; Aguiar et al., 2014). No entanto, menores intervalos entre pastejos podem acarretar maior valor nutritivo (Liu et al., 2011). Para o Capim-tifton 85, esses autores recomendaram altura residual de 16 cm, com frequência de pastejo curta (14 a 21 dias). Dessa forma, o pasto apresentará bom valor nutritivo e a persistência não será afetada negativamente.

Mathews et al. (1994) compararam três métodos de pastejo em *C. dactylon* (períodos de ocupação curtos, de 1,5 a 2,5 dias; períodos de ocupação longos, de 10 a 14 dias e lotação contínua) e concluíram não houve variação no valor nutritivo da forragem entre os métodos de pastejo, apesar da maior produção de lâmina foliar nos pastos sob lotação rotativa. Assim, infere-se que outras variáveis relacionadas ao manejo, para além do método de pastejo, podem afetar o desempenho dos animais. Carnevalli et al. (2001b) também obtiveram maior desempenho de ovinos pastejando capim-tifton 85 mantidos em maior altura residual (20 cm), com ganho por animal de 35,3 g animal⁻¹ dia⁻¹ e ganho por área de 1,8 kg ha⁻¹ dia⁻¹.

Outra utilidade de plantas forrageiras desse gênero é na alimentação de animais não ruminantes. Os capins Coastcross e Tifton 85 são os mais indicados para pastejo por aves (Silva & Nakano, 1998; Amaral, 2002). Já os equinos preferem os cultivares Tifton 85, Coastcross e Jiggs (Radunz, 2005). No entanto, ainda são escassos os trabalhos que avaliaram o desempenho desses animais sob pastejo.

Ao avaliarem várias espécies forrageiras (*Cynodon* spp., *Paspalum paniculatum*, *Trifolium repens* e *Lotus corniculatus*) e as combinações entre gramínea e leguminosa, Dittrich et al. (2007) observaram que os equinos preferiram o pasto com *Cynodon* spp. em detrimento dos demais, pois apresentaram maior tempo de pastejo quando essa gramínea estava presente no pasto. Ainda no referido estudo, os

autores relataram que as gramíneas foram mais consumidas do que as leguminosas (55,2 % versus 44,7%) e que o *Cynodon* spp. foi mais consumido que o *P. paniculatum* (41,6% versus 13,6%). Já Radunz (2005) ao testar os capins Jiggs, Tifton 85 e Tifton 78 sob pastejo por equinos, concluíram que a maior preferência foi para o capim-jiggs, devido à sua maior produção de folhas e melhor valor nutritivo.

França et al (2014) estudaram aves em pastejo sob lotação contínua em três espécies forrageiras Capim-coastcross, Estilosantes e Capim-quicuío), não observando diferenças entre as forrageiras para o ganho de peso (3,11 kg frango⁻¹), conversão alimentar (3,3) e eficiência alimentar (0,30). Já Lima et al. (2011), avaliando as plantas forrageiras já mencionadas em pastejo por aves sob duas densidades (3 e 1 m² por ave), concluíram que independentemente da densidade, as três forrageiras podem ser usadas pelas aves em pastejo, demonstrando seu alto potencial de uso para pastejo por aves sem prejuízo para o desempenho.

Os resultados de pesquisas com espécies do gênero *Cynodon* demonstram que podem ser utilizados como fonte de alimento para animais em pastejo. Vale ressaltar que o manejo a ser aplicado influenciará o desempenho dos animais, logo é necessário buscar um balanço entre produção e valor nutritivo da forragem.

Forragem conservada

O uso do feno tem se disseminado nos sistemas produtivos por ser a fenação (conservação de forragem por meio da rápida desidratação da planta, reduzindo o teor de umidade de 85% para 10 a 15%) uma técnica de fácil adoção, além de elevar os índices zootécnicos.

De forma geral, as plantas do gênero *Cynodon* são recomendadas para a fenação, destacando-se os capins Tifton 85, Florakirk e Coastcross, por apresentarem colmos mais finos do que os capins Florico, Florona (Haddad & Castro, 1998). O momento indicado para o corte é quando a planta apresenta bom valor nutritivo e alta produção de biomassa, o que daria algo entre 4 e 6 semanas, variando conforme as condições edafoclimáticas e nível tecnológico adotado (Pedreira, 2010).

Maior consumo de MS e de nutrientes por cordeiros alimentados com feno de Capim-vaquero em relação aos que receberam feno de outras espécies de *Cynodon* (Jiggs, Tifton 68, Coastcross, Tifton 85 e Russel) foi observado por Oliveira et al. (2016), que ainda relataram terem ovinos alimentados com feno de Capim-jiggs obtido maior ganho de peso e melhor eficiência alimentar. Tal resultado deveu-se à maior taxa de degradação e de passagem dos nutrientes apresentadas por ovinos alimentados com esse feno.

O pré-secado é um alimento volumoso que sofreu desidratação e foi embalado sob condição de anaerobiose, na forma de fardos. O teor de MS do material após a desidratação pode variar de 40 a 75% (Jimenez Filho, 2013) e a densidade dos fardos pode ficar em torno de 320 kg m⁻³ (Ince, 2016). Uma das principais vantagens desse método de conservação é a não exposição do material por muito tempo às condições ambientais, tendo em vista que a umidade adequada para o processo é alcançada em poucas horas após o corte. De acordo com Gardney (2013), o tempo de desidratação não deve ultrapassar seis horas para evitar perdas por fermentação indesejável.

Diferentes formas de conservação para o capim-coastcross foram testadas por Andrade et al. (1997), concluindo-se que o pré-secado apresentou-se como o mais indicado, pois houve maior digestibilidade dos nutrientes, de NDT e de consumo de MS (%PC) quando comparado com o feno e a silagem. Carvalho et al. (2018), estudando diferentes níveis de substituição da silagem de milho por pré-secado de Tifton 85 (0; 33; 66 e 100%) relataram que maiores níveis de substituição não influenciaram o comportamento de bezerras holandesas, sendo um bom indicativo que esse alimento pode ser utilizado na alimentação dessa categoria animal. Costa et al. (2019) recomendaram o uso do pré-secado após 28 dias de armazenamento, devido à sua maior estabilidade, pois não verificaram alterações na composição química e nem da digestibilidade *in vitro* da MS.

Novilhos recebendo pré-secado de Tifton 85 apresentaram maior consumo de nutrientes do que aqueles que receberam capim-elefante verde picado. Essa resposta é devido ao melhor valor nutritivo do pré-secado (Lopes, 2004). Souza et al. (2006), avaliando diferentes relações de pré-secado de capim-tifton e silagem de sorgo (100:0; 68:32; 34:66 e 0:100), afirmaram que a combinação desses dois volumosos foi favorável na alimentação de bovinos e que a relação silagem de sorgo: pré-secado de 60:40 propicia máximo ganho de peso.

Apesar das espécies do gênero *Cynodon* ser mais recomendadas para a produção de feno, Vilela & Alvim (1998) acreditam que a ensilagem dessas plantas pode ser uma excelente alternativa e que quando todas as etapas são realizadas adequadamente, a silagem apresenta boa qualidade.

O princípio da conservação de forragem por meio da ensilagem é a fermentação anaeróbica, em que há produção de ácidos orgânicos e redução do pH do meio, permitindo que haja a preservação dos nutrientes. De acordo com McDonald et al. (1991), o material a ser ensilado deve ter entre 30 e 35% de MS, 8 a 10% de carboidratos solúveis na MS e baixo poder tampão. Para a silagem de capim-tifton 85, Faria Júnior (2012) recomendou corte da planta entre 45 e 90 dias de idade.

Ao avaliar a silagem de capim-jiggs com níveis de inclusão de torta de canola (0; 6; 12; 16 e 28%), Col (2017) relatou melhora no teor de PB, MS e digestibilidade da silagem na medida em que aumentou os níveis de torta de canola e concluiu que a silagem de capim-jiggs com o referido aditivo pode ser utilizada na alimentação animal. Mesma recomendação foi apresentada por Azambuja (2018), que ao estudar a silagem do capim-jiggs com adição de farelo de canola e torta do caroço de algodão em diferentes níveis (0; 6; 12; 16 e 28%), também constataram melhora no valor nutricional da silagem com o aumento da inclusão dos aditivos.

Diferentes níveis de substituição (0; 25; 50; 75 e 100%) do feno de Tifton 85 por silagem de Tifton 85 foi testada por Avila (2015) para vacas em lactação, sendo que o peso corporal e a produção de leite não foram influenciados pelos níveis, mostrando que a silagem consegue manter o desempenho animal.

A composição mineral da silagem grama Estrela roxa sob diferentes horas de emurchecimento (0; 1; 2 e 3 horas) e a adição ou não de polpa cítrica foi avaliado por Evangelista et al. (2000). Os autores relataram que não houve alteração da composição mineral da silagem, independentemente do tempo de emurchecimento. Já sem o aditivo, o maior tempo apresentou teor mais elevado.

Trabalho conduzido por Bumbieris Júnior (2006), avaliando vacas leiteiras no terço final de lactação e recebendo silagem de grama estrela submetida a diferentes aditivos (enzimo-bacteriano ou ureia), mostrou que a produção e composição do leite não foram alteradas pelo uso dos aditivos, com valor médio de 13,53 kg de leite dia⁻¹, 3,95% de gordura, 4,32% de lactose e 12,45 % de sólidos totais.

Na Tabela 2 podem ser observados alguns dados de composição química de espécies de *Cynodon* sob diferentes formas de utilização na alimentação animal, disponíveis na literatura.

Potencialidades do cultivo de *Cynodon* em sistemas integrados e em consórcio com outras forrageiras

Os sistemas integrados de produção apresentam benefícios para o *continuum* solo-planta-animal. Constituem uma prática agroflorestral planejada, objetivando interações biológicas entre os componentes dos sistemas, possibilitando maiores renda das propriedades pela exploração econômica de diversos produtos comercializáveis (Paciullo et al., 2011), além de ser uma alternativa viável para recuperar e desenvolver novas pastagens de gramíneas, de forma sustentável.

Na literatura há poucos estudos com as espécies do gênero *Cynodon* em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, provavelmente, a maior parte das espécies são sensíveis às condições limitantes impostas pelo componente arbóreo. Ao avaliarem as respostas de onze espécies de plantas forrageiras submetidas a níveis de luminosidade produzidos por árvores de *Pinus taeda* (céu aberto; 9 m entre linhas e 3 m entre árvores; e 15 m entre linhas e 3 m entre árvores), Soares et al. (2009) verificaram que o *Cynodon dactylon* cv. Tifton-85 reduziu em 70 e 78% a produção de biomassa no espaçamento 15 x 3 m e 9 x 3m, respectivamente, caracterizando essa espécie como pouco tolerante ao sombreamento.

O *Cynodon dactylon* variedade *aridus* cv. Callie (Capim-gramão) desde sua implantação no Nordeste brasileiro vem sendo utilizado como opção para o enriquecimento de pastagens naturais em áreas raleadas (Sousa, 1998). Leite et al. (2002), avaliando uma caatinga raleada (percentual de cobertura: 30 a 40%), caatinga raleada e adubada; caatinga raleada e enriquecida com capim-gramão e caatinga raleada, enriquecida e adubada, verificaram que as dietas provenientes do tratamento da caatinga enriquecida com Capim-gramão apresentaram elevados valores nutritivos, notadamente quando o enriquecimento era associado a adubação. Dessa forma, esse capim apresenta-se como alternativa de utilização no Semiárido brasileiro, integrado com o componente arbóreo nativo, em níveis adequados de sombreamento.

Em estudo com pastagem de coastcross (*Cynodon dactylon*) consorciada com amendoim forrageiro (*Arachis pintoii* cv. Amarillo), com e sem adubação nitrogenada sob lotação contínua com bovinos, Barbero et al. (2009) observaram que o consórcio proporcionou boa produção de biomassa. Entretanto, os autores destacaram que somente o nitrogênio advindo da fixação pela leguminosa não supre a demanda do referido nutriente para alcançar produtividade semelhante aos pastos bem adubados.

Tabela 2. Composição química de espécies do gênero *Cynodon* sob diferentes formas de uso por ruminantes

Alimento	Nutrientes (g kg ⁻¹)				Autor(es)			
	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS	DIVMO		
Feno de capim-tifton 85	829	142	769	558	5314	646	Ataide Júnior et al. (2001); Taffarel et al. (2014); Silva et al. (2015)	
Capim-tifton 85	280	157	711	364	769	656	Sanches et al. (2015); Fiorelli (2017); Sanches et al. (2017)	
Capim-jiggs	292	153	585	434	551	643	Rezende et al. (2015); Silva et al. (2015)	
Capim-grama Estrela	299	104	740	428	-	-	Bumbieris Júnior (2006)	
Silagem de capim-grama estrela	302	89	795	438	-	-	Bumbieris Júnior (2006)	
Capim-Coastcross	267	151	657	328	589	656	Fiorelli (2017); Falk (2020)	
Capim-florakirk	-	154	750	283	-	-	Amaral (2006)	
Capim-florona	-	146	759	322	-	-	Amaral (2006)	
Capim-estrela africana roxa	-	124	744	374	-	-	Andrade et al. (2009)	
Capim-vaquero	-	163	637	-	-	646	Silva et al. (2015)	
Feno de capim-vaquero	929	110	551	216	-	-	Oliveira et al. (2016)	
Feno de capim-jiggs	926	126	552	237	-	-	Oliveira et al. (2016)	
Feno de capim-coastcross	929	104	579	250	-	-	Oliveira et al. (2016)	
Pré-secado de capim-tifton 85	390	187	579	425	-	-	Rodrigues et al. (2009); Carvalho et al. (2018)	
Silagem de capim-tifton 85	478	86	738	485	537	-	Faria Júnior (2012)	

Nota: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO).

Perspectivas

Destaca-se inicialmente a importância do cenário atual da produção animal em pastagens, fundamentado em respostas sistêmicas e interligadas, tendo a estrutura do dossel forrageiro, o papel de núcleo, como centro de origem das respostas de plantas e animais, balizando o planejamento e os estudos com forrageiras tropicais. Nesse sentido, o conhecimento da morfofisiologia de plantas forrageiras e do manejo do pastejo tem sua importância ratificada e constitui premissa básica na idealização e recomendação de práticas de manejo de base sustentável, possibilitando ganhos crescentes de produção e produtividade nos sistemas, com garantia de sustentabilidade do ecossistema pastagem.

Ademais, mesmo havendo variações morfofisiológicas das espécies forrageiras estudadas, das regiões de cultivo e da forma de utilização, destaca-se a importância do dossel forrageiro na taxa de acúmulo de forragem e no aspecto qualitativo da biomassa produzida, refletindo no comportamento ingestivo, consumo e desempenho animal. Assim, adotando-se práticas de manejo fundamentadas na ecofisiologia de cultivares de *Cynodon* (metas de entrada e saída definidas com base nas características morfofisiológicas e levadas ao produtor numa medida de aplicação prática no campo, por exemplo, altura do pasto), é possível otimizar a produtividade e sustentabilidade dos sistemas de produção animal, seja para pastejo, seja para uso como forragem conservada (feno, silagem, pré-secados).

Ressalta-se que o gênero *Cynodon* engloba características que possibilitam atender particularidades nos variados sistemas de produção, sendo um grupo de plantas com potencialidades de uso já documentadas em vários estudos, o que torna promissora sua utilização nos sistemas de produção de bovinos de leite e corte, ovinos, caprinos e equinos, além de outras espécies de animais, seja nos cultivos sob pastejo direto (pasto consorciado ou não), ou uso indireto (conservação de forragem).

Face ao exposto, ressalta-se que mesmo com o avanço na geração de dados, ainda há escassez de informações que englobem aspectos biológicos das inter-relações com os componentes solo, planta, animal e ambiente para muitos genótipos desse gênero. Assim, é fundamental avançar nos estudos morfofisiológicos e de manejo, considerando ainda a variabilidade genética das espécies e cultivares de *Cynodon*. Assim, será possível o planejamento da produção animal com eficácia, além da possibilidade de inferir com precisão a viabilidade técnica e econômica de ações de manejo que visem à intensificação da produção, considerando-se a “janela” de uso da planta forrageira, sem perder o momento adequado de colheita.

Por fim, menciona-se a possibilidade promissora de estudos com genótipos já lançados e com outros materiais a serem disponibilizados (como resultado dos trabalhos de melhoramento genético) em sistemas integrados de produção, visando-se identificar aqueles que apresentem boas respostas em termos de produção de biomassa, qualidade da forragem produzida, persistência e perenidade sob condições de sombreamento em sistemas agroflorestais, fato que será de grande importância para o êxito da produção animal, pois visualiza-se uma integração de produção de forragem com qualidade, conforto térmico aos animais, otimização dos recursos do meio e sustentabilidade da produção animal.

Referências bibliográficas

AGUIAR, A.D.; VENDRAMINI, J.M.B.; ARTHINGTON, J.D. et al. Stocking rate effects on 'Jiggs' bermudagrass pastures grazed by heifers receiving supplementation. **Crop Science**, v. 54, n. 6, p. 2872-2879, 2014.

ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; BOTREL, M. A. et al. Resposta do coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) a Diferentes Doses de Nitrogênio e Intervalos de Cortes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.7, p.833-840, 1998.

ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A. Efeitos de doses de nitrogênio na produção de leite de vacas em pastagem de coast-cross. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 577-583, 2001.

AMARAL, A.G. **Massa seca de forragem, composição morfológica e composição bromatológica de cinco gramíneas tropicais submetidas a duas doses de nitrogênio e potássio, sob irrigação e sequeiro**. 2006, 95f. Goiânia: Universidade Federal de Goiás. (Dissertação de mestrado em Ciência Animal).

AMARAL, E.S. **Galinhas poedeiras: Criação em semiconfinamento**. Brasília, EMATER, 2002,56p.

AMARAL, M.A.C.M. Desempenho produtivo de *Cynodon* spp. cv. Tifton 85 sob diferentes condições de manejo da irrigação. **Revista GEAMA**, v. 5, n. 2, p. 30-37, 2019.

ANDRADE, C.M.S.; ASSIS, G.M.L.; FAZOLIN, M. et al. **Gramma-estrela-roxa: gramínea forrageira para diversificação de pastagens no Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2009. 83 p.

ANDRADE, J.B.; FERRARI JUNIOR, E.; LAVEZZO, W. et al. Dry matter yield and nutritive value of coast-cross n. 1preserved as hay, silage and haylage. **Anais...Internacional Grassland Congress**. v.18, 1997. p.3-14.

ATAÍDE JÚNIOR, J.R.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.D.C. et al. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhos alimentados com rações à base de feno de capim-tifton 85, em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 215-221, 2001.

AVILA, A.S.D. **Silagem de Tifton 85 na alimentação de vacas em lactação**. 2015. 69f. Marechal Candido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná. (Dissertação de Mestrado em Produção e nutrição animal).

AZAMBUJA, G.G. **Valor nutricional da silagem de *Cynodon* cv. Jiggs com adição de coprodutos do biodiesel**. 2018. 56f. Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. (Dissertação de mestrado em Zootecnia).

BARBERO, L.M.; CECATO, U.; LUGÃO, S.M.B. et al. Produção de forragem e componentes morfológicos em pastagem de coast-cross consorciada com amendoim forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 788-795, 2009.

BASEGGIO, M.; NEWMAN, Y.C.; SOLLENBERGER, L.E. et al. Planting rate and depth effects on tifton 85 bermudagrass establishment using rhizomes. **Crop Science**, v.55, n.3, p. 1338-1345, 2015.

BASEGGIO, M.; NEWMAN, Y.C.; SOLLENBERGER, L.E. et al. Stolon type and soil burial effects on 'tifton 85' bermudagrass establishment. **Crop Science**, v.54, n.5, p.2386-2393, 2014.

BUMBIERIS JÚNIOR, V.H. **Valor alimentício de silagens de grama estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) com diferentes aditivos**. 2006. 80f. Maringá: Universidade Estadual de Maringá. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia).

BURTON, G.W. Registration of coastcross-1 bermudagrass. **Crop Science**, v. 12, p. 125, 1972.

BURTON, G.W.; HANNA, W.W. Bermudagrass. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (eds.). **An introduction to grassland agriculture**. Forages, v. 1: 5th ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1995, p. 421-429.

BURTON, G.W.; MONSON, W.G. Registration of Tifton 68 bermudagrass. **Crop Science**, v. 24, p. 1211, 1984.

CARNEVALLI, R.A.; da SILVA, S.C.; CARVALHO, C.A.B. et al. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Florakirk (*Cynodon* spp) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Boletim de Indústria Animal**, v. 57, n.1, p. 53-63, 2000.

CARNEVALLI, R.A.F.; da SILVA, S.C.; CARVALHO, C.A.B et al. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de coastcross (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.919-927, 2001a.

CARNEVALLI, R.A.F.; da SILVA, S.C.; FAGUNDES, J.L. et al. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton-85 (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Scientia Agrícola**, v.58, p.7-15, 2001b.

CARVALHO, C.A.B.; da SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. et al. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 4, p. 667-674, 2001.

CARVALHO, W.T.V.; VILLANOVA, D.F.Q.; MINIGHIN, D.C. et al. Comportamento de bezerras da raça Holandesa alimentadas com silagem pré-secado capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.). **PUBVET**, v.12, n.2, p. 1–7, 2018.

CLAYTON, W.D.; HARLAN, J. R. The genus *Cynodon*. L. C. Rich. In tropical Africa. **Kew Bulletin**, v. 24, p. 185-189, 1970.

COL, D.D. **Qualidade da silagem de *Cynodon* cv. Jiggs com diferentes níveis de inclusão de torta de canola**. 2017. 26f. Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. (Trabalho de Conclusão de Curso em Zootecnia).

COSTA, M.L.L.; REZENDE, A.S.C.; DUARTE, I.N.H. et al. Valor nutricional da silagem pré-secada de capim Tifton – 85. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.6, n.1, p. 26-33, 2019.

COUTINHO, E.L.M.; FRANCO, H.C.J.; ORIOLI JÚNIOR, V. et al. Calagem e adubação potássica para o capim-tifton 85. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 101-111, 2014.

DITTRICH, J.R.; de FACCIO CARVALHO, P.C.; de MORAES, A. et al. Comportamento ingestivo de equinos em pastejo sobre diferentes dosséis. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 87-94, 2007.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; BERNARDES, T.F. Avaliação de Algumas Características da Silagem de Gramínea Estrela Roxa (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.941-946, 2000.

EVERS, G.W. Forage and nitrogen contributions of arrwleaf and subterranean clovers overseeded on bermudagrass and bahiagrass. **Agronomy Journal**, v.77, n.6, p. 960-963, 1985.

EVERS, G.W.; PARSONS, M.J. **Comparison of seeded and increased with time**. Overton: Overton Forage-Livestock Field Day Report, 2002, p.41-42.

FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C.D.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 187-195, 2001.

FALK, D.R. **Produção e qualidade de biomassa de pastagens do gênero *Cynodon* sob diferentes estratégias de manejo**. 2020, 57f. Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. (Dissertação de mestrado em Zootecnia).

FARIA JÚNIOR, W.G. **Valor nutricional de silagens do capim-tifton 85 em diferentes idades**. 2012. 198f. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, (Tese de doutorado em Zootecnia).

FERNANDEZ, O.N. Establishment of *Cynodon dactylon* from stolon and rhizome fragments. **Weed Research**, v.43, n.2, p. 130-138. 2003.

FIORELI, A.B. **Produção e valor nutritivo de pastagens do gênero *Cynodon* consorciadas ou não com amendoim forrageiro**. 2017, 59f. Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. (Dissertação de mestrado em Zootecnia).

FRANÇA, L.C.; de LIMA, J.A.; de ANDRADE GIMENES, F.M. et al. Desempenho de frangos em diferentes densidades de pastejo: características das forrageiras, perdas por pastejo e consumo de alimento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 939-950, 2014.

GARDNEY, J. **What is Haylage**. Montgomery, Al, USA Alabama Cooperative Extension System, 2013.

GOMES, L.H.; CECATO, U.; ÔTAVO, C.V. et al. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* sob dois níveis de adubação nitrogenada. In: Reunião da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 34., Juiz de Fora, 1997. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.33-35.

HADDAD, C.M.; CASTRO, F.G.F. Produção de feno. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 15, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 151-171.

HANNA, W.W.; ANDERSON, W.F. Development and impact of vegetative propagation in forage and turf bermudagrasses. **Agronomy Journal**, v. 100, n. 3, p. 103-107, 2008.

HARLAN, J.R. *Cynodon* species and their value for grazing and hay. **Herbage Abstracts**, v. 40, p. 233-238, 1970.

INCE, A.; VURARAK, Y.; SAY, S.M. An approach for determination of quality in hay baleand haylage. **Agronomy Research**, v.14, n.3, p.779-782, 2016.

JIMENEZ FILHO, D.L. Fenos e pré-secados. **PUBVET**, v.7, n.25, p.1639, 2013.

LEITE, E. R.; CESAR, M. F.; ARAUJO FILHO, J. A. Efeitos do melhoramento da caatinga sobre os balanços protéico e energético na dieta de ovinos. **Ciência Animal**, v.12, n.1, p. 67-73, 2002.

LIMA, J.A.; FRANÇA, L.C.; SAVINO, V.J.M. et al. Altura do dossel, massa e composição morfológica da forragem de plantas forrageiras pastejadas por frangos. In: 48ª Reunião

Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2011. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2011. p.1-3.

LIU, K.; SOLLENBERGER, L.E.; NEWMAN, Y.C. et al. Grazing management effects on productivity, nutritive value, and persistence of 'Tifton 85' bermudagrass. **Crop Science**, v. 51, n. 1, p. 353-360, 2011.

LOPES, A.M. **Consumo, digestibilidade, parâmetros ruminais e produção microbiana em bovinos alimentados com capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), feno e pré-secado de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.)**. 2004, 57f. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. (Tese de doutorado em Zootecnia).

MACCARI, M.; PERETTI, S.; SORIANO, V. et al. Resposta do Jiggs à adubação nitrogenada e alturas de corte. **Colloquium Agrariae**, v.15, n.1, p.74-84, 2019.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higherplants**. 2º ed. San Diego. 1993, 889p.

MARTIM, R.A. **Doses de nitrogênio e de potássio para produção, composição e digestibilidade dos capins coastcross e de tifton 85 em um latossolo vermelho- amarelo**. 1997. 109 f. Piracicaba: ESALQ. (Dissertação de Mestrado em Agronomia).

MATHEWS, B.W.; SOLLENBERGER, L.E.; STAPLES, C.R. *In vitro* digestibility and nutrient concentration of bermudagrass under rotational stocking, continuous stocking, and clipping. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 25, p. 301-317, 1994.

McDONALD, P.; HENDERSON, R.; HERON, S. **The Biochemistry of Silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 281-298.

MICKENHAGEM, R.; SOARES FILHO, C. V. **Manejo de pastagens: fundamentos sobre as gramíneas do gênero *Cynodon***. 1995, 41p.

MISLEVY, P.; BROWN, W.F.; CARO-COSTA, R.; VICENTE-CHANDELLER, J. et al. Florico stargrass. Ona: Florida Agricultural Experiment Station, 1989. 15 p. (Circular, S-361)

MISLEVY, P.; BROWN, W.F.; DUNAVIN, L.S. et al. **Florakirk bermudagrass**. Florida Agricultural Experiment Station Circular S-395, 1995.

MONTEIRO, F.A. Adubação em áreas de *Cynodon* para pastejo e conservação. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 173-202.

MORAIS NETO, L.B. **Morfogênese e produção de fitomassa de cultivares do gênero *Cynodon* submetidos a doses crescentes de nitrogênio**. 2013. 63f. Fortaleza:Universidade Federal do Ceará. (Tese de Doutorado em Zootecnia).

MORAIS NETO, L.B.; CARNEIRO, M.S.S.; LOPES, M.N. et al. Morphogenesis of *Cynodon* cultivars fertilized with Nitrogen. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 2, p. 401-408, 2020.

OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.; GABRIEL, A.M.A. et al. Performance and digestibility in feedlot lambs fed hay based diets. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 38, n. 4, p. 425-430, 2016.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. et al. Rendimento e valor nutritivo do capim tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1949-1960, 2000.

OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G. et al. Produção e valor nutritivo do capim-coastcross sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.694-703, 2011.

PACHECO, O.; MENDOZA, L.; JUAN, R. et al. Influencia de la fertilizacion NPK sobre el rendimiento y contenido mineral del pasto estrella jamaicano ("*Cynodon nlemfuensis*"). **Agrotecnica de Cuba**, v. 19, p. 109-113, 1987.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T. et al. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1176-1183, 2011.

PEDREIRA, C.G.S. Gênero *Cynodon*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa: UFV, 2010. p. 78-130.

PEDREIRA, C.G.S.; NUSSIO, L.G.; SILVA, S.C. Condições edafo-climáticas para produção de *Cynodon* spp. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1998. p. 85-114.

PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, V.J.; GUIMARÃES, M.S. et al. Fixed versus variable rest period effects on herbage accumulation and canopy structure of grazed 'Tifton 85' and 'Jiggs' Bermuda grass. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 1, p. 113-120, 2018.

PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, V.J.; NEWMAN, Y.C. et al. Yearling cattle performance on continuously stocked 'Tifton 85' and 'Florakirk' bermudagrass pastures. **Crop Science**, v. 56, n. 6, p. 3354-3360, 2016.

POCZYNEK, M.; NEUMANN, M.; HORST, E.H. et al. Capacidade produtiva e qualidade nutricional de gramíneas perenes submetidas a sistema contínuo de cortes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 3, p. 785-794, 2016.

QUARESMA, J.P. de; ALMEIDA, R.G. de; ABREU, J.G. et al. Produção e composição bromatológica do capim Tifton 85 (*Cynodon spp*) submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 33, n. 2, p. 145-150, 2011.

RADUNZ, E. **A estrutura de gramíneas do gênero *Cynodon* e o comportamento ingestivo de equinos**. Curitiba: UFPR. 2005. 48 p. (Dissertação de mestrado em Ciências Veterinárias).

REZENDE, A.V.; RABÊLO, F.H.S.; RABELO, C.H.S. et al. Structural, productive and bromatologic characteristics of Tifton 85 and Jiggs grasses fertilized with some macronutrients. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1507-1518, 2015.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G. Produtividade de matéria seca e composição mineral do capim-tifton 85 sob diferentes doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Ciência e Agrotecnologia**, v35, n.4, p.811-816, 2011.

ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; DE LIMA, J.A. et al. Adubação nitrogenada em gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2002.

RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A.; SOARES FILHO, C.V. Estabelecimento de pastagens de *Cynodon*. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 15, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.115-128. 1998.

RODRIGUES, R.C.; REIS, J.C.L.; MARTINS, G.A. **Qualidade da Silagem Pré-Secada de Capim-tifton 85 Cortado em Três Idades e Três Tempos de Emurchecimento**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Comunicado técnico. 2009. 3p.

ROECKER, J.R.; GAI, V.F.; MOREIRA, G.C. Adubação nitrogenada em grama Jiggs. **Cultivando o Saber**, v.4, n.3, p.140-147, 2011.

SANCHES, A.C.; GOMES, E.P.; RICKLI, M.E. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.19, n.2, p.126–133, 2015.

SANCHES, A.C.; GOMES, E.P.; RICKLI, M.E. et al. Productivity and nutritive value of Tifton 85 in summer, with and without irrigation under different nitrogen doses. **Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering**. v.37, n.2, p.246-256, 2017.

SARMENTO, P.; do NASCIMENTO, R.C.; MARTINS, A.T. et al. Nutrientes limitantes ao desenvolvimento do capim-tifton 85 em argissolo vermelho-amarelo. **Boletim da Indústria animal**, v. 63, n. 1, p.11-18, 2006.

SEGARS, W.I.; USHERWOOD, N.R. Timing and rates of nitrogen, phosphorus and potassium for top yields of quality Bermudagrass. **Better Crops**, v. 81, p. 21-23, 1997.

SEGHESE, M. A. Informações sobre gramíneas do gênero *Cynodon*. **Comunicado Técnico**, n.1. v. 1, p. 1-15, 2009.

SILVA, R.D.M.; NAKANO, M. **Sistema caipira de criação de galinhas**. Piracicaba, 1998,110p.

SILVA, R.V.M.M.; ROSSIELLO, R.O.P.; MORENZ, M.J.F. et al. Uso de clorofilometro na avaliação da adubação nitrogenada e potássica no capim Tifton 85. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 3, 2011.

SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E. et al. Seasonal herbage accumulation and nutritive value of irrigated 'Tifton 85', Jiggs, and Vaquero bermudagrasses in response to harvest frequency. **Crop Science**, v. 55, n. 6, p. 2886-2894, 2015.

SOARES FILHO, C.V.; HEINRICH, R.; PERRI, S.H.V. et al. Atributos químicos no solo e produção de *Cynodon dactylon* cv. Terra Verde sob doses de biofertilizante orgânico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 1, p. 23-35, 2015.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F. et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SOUSA, F.D.; CARVALHO, F.C.; ARAUJO FILHO, J.A. **Capim gramão: uma opção para o Nordeste brasileiro**. Embrapa Caprinos e Ovinos: Circular Técnica (INFOTECA-E), 1998.

SOUZA, V.G.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Efeito da substituição de pré-secado de capim-tifton 85 por silagem de sorgo no consumo e na digestibilidade dos nutrientes e no desempenho de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6. p.2479-2486, 2006.

TAFFAREL, L.E.; MESQUITA, E.E.; CASTAGNARA, D.D. et al. Produção de matéria seca e valor nutritivo do feno do tifton 85 adubado com nitrogênio e colhido com 35 dias. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 3, p. 544-560, 2014.

TALIAFERRO, C.M.; ROUQUETTE JR., F.; MISLEVY, P. Bermudagrass and stargrass. In: MOSER, L.; BURSON, B.; SOLLENBERGER, L. (Ed.) **Warm Season (C4) Grasses**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 2004. p. 417-475.

VILELA, D.; ALVIM, M.J. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: Manejo de pastagens de tifton, coastcross e estrela, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1998, p. 23-54.

VILELA, D.; ALVIM, M.J. Produção de leite em pastagem de *Cynodon dactylon* (L.) Pers., cv. "Coast-cross". In: Workshop sobre o potencial forrageiro do gênero *Cynodon*, Juiz de Fora, 1996. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. p. 72-92.

VILELA, D.; LIMA, J.A.; RESENDE, J.C et al. Desempenho de vacas da raça Holandesa em pastagem de coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 555-561, 2006.

WRIGHT, R.J.; PERRY, H.D.; CARTER, M.C. et al. Response of bermudagrass selections from the Appalachian region to N and P fertilization. **Communication of Soil Science and Plant Analyses**, v. 15, n. 8, p. 861-877, 1984.

A espécie *Panicum maximum* e a nova pecuária brasileira

Carlos Augusto de Miranda Gomide¹

Liana Jank²

Domingos Sávio Campos Paciullo¹

Janaina Azevedo Martuscello³

Valéria Pacheco Batista Euclides²

Introdução

Muito se fala em produção sustentável sob os aspectos social, econômico e ambiental. Do ponto de vista social, a geração de emprego e renda de atividades ligadas a pecuária baseada em pastagens no Brasil revela a grande importância desse ecossistema. Sob o aspecto econômico, o uso da pastagem em sistemas de produção animal é considerado a forma mais econômica para alimentação do rebanho, o que tem contribuído para viabilizar os sistemas pecuários. Em relação a questão ambiental, as pastagens bem manejadas e produtivas, além de propiciarem condições favoráveis para aumentos significativos no desempenho animal, também absorvem grande

1 - Pesquisadores da Embrapa Gado de Leite (carlos.gomide@embrapa.br e domingos.paciullo@embrapa.br)

2 - Pesquisadores da Embrapa Gado de Corte (liana.jank@embrapa.br e valeria.euclides@embrapa.br)

3 - Professora da Universidade Federal de São João Del Rei (janaina@ufsj.edu.br)

parte do carbono emitido pela atividade, tornando-se um componente importante no balanço de GEE na pecuária (Lassey, 2007).

As áreas de pastagens no Brasil representam 19% do território nacional, sendo o segundo segmento territorial, inferior apenas às áreas com “Vegetação Nativa” que abrangem 42,3% (ATHENAGRO, 2019). Entre 2006 e 2017 a área total de pastagens reduziu em 7% registrando 159,5 milhões de hectares. Neste mesmo período houve redução de 18% das áreas de pastagens naturais e aumento de 10% nas áreas de pastagens cultivadas (IBGE, 2019). A intensificação da produção animal a pasto, com maior eficiência de exploração do potencial produtivo das gramíneas tropicais, tem trazido benefícios ao produtor, incrementando sua capacidade produtiva, além de ser uma estratégia capaz de acomodar a expansão dos cultivos de alimentos, biocombustíveis e fibras sem a necessidade de abertura de novas fronteiras (Martha Jr. et al., 2012).

Excluindo a *Brachiaria ruziziensis*, (atualmente *Urochloa ruziziensis*) utilizada majoritariamente em sistemas de integração, *Panicum maximum* é a segunda espécie em demanda de sementes para plantio nos sistemas pecuários nacionais, atrás apenas da *Brachiaria brizantha*. As cultivares de *P. maximum* representam uma alternativa à *Brachiaria* spp., principalmente em sistemas mais intensivos de produção a pasto (Paciullo & Gomide, 2016).

No passado, os sistemas eram exclusivamente extensivos e tinham como base o uso de pastagens de gramíneas pouco produtivas e de baixo valor nutricional, o que resultava em baixas taxas de lotação e de produtividade animal. Nesse contexto, os ganhos de produção eram obtidos pelo aumento do tamanho da área destinada à alimentação dos animais. Entretanto, o aumento dos custos da terra e o aumento do custo de grãos observados nos últimos anos, além do aspecto ambiental que limita a abertura de novas áreas agrícolas, têm exigido dos produtores estratégias que contribuam para aumentos de produtividade e lucratividade.

O manejo intensivo de pastagens preconiza o aumento da produção animal por área, buscando aumentar a rentabilidade do produtor. Para tanto, além do maior investimento em insumos, é necessário o uso de tecnologias e de forrageiras com alta capacidade de produção de matéria seca e bom valor nutritivo. Em revisão sobre a contribuição dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* para a pecuária de leite, Paciullo & Gomide (2016) mostraram que a partir da introdução de coleções de germoplasma destes gêneros, na década de 1980, foi possível a seleção de materiais mais produtivos e adaptados às condições edafoclimáticas, o que favoreceu o seu predomínio nos sistemas de produção pecuários brasileiros. Segundo levantamento da UNIPASTO, dados das áreas de produção de sementes de forrageiras revelaram que, na safra

2019/2020, 98% dos campos de produção foram ocupados por *Brachiaria* e *Panicum*, sendo respectivamente, 78,3 e 19,7% do total.

A diversificação de opções de forrageiras, ao mesmo tempo que contribui para diminuir a vulnerabilidade dos sistemas produtivos (Valle et al., 2013), traz grande responsabilidade a técnicos e pesquisadores no sentido de corretamente identificar os benefícios e a real contribuição de cada nova cultivar para sistemas de produção específicos. Neste sentido, Fonseca et al. (2022) alertam que a simples substituição da forrageira não garante a lucratividade, caso outras ações necessárias de manejo sejam negligenciadas.

Nos tópicos a seguir apresentaremos as características da espécie *P. maximum*, suas principais cultivares utilizadas na pecuária Brasileira, suas potencialidades e limitações, alguns resultados de pesquisas e as perspectivas dessas gramíneas em sistemas de produção animal no Brasil.

Nomenclatura

A gramínea forrageira *Panicum maximum* Jacq. teve, recentemente, sua nomenclatura redefinida, sendo atualmente descrita como *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs.

A mudança do nome da espécie de *P. maximum* para *M. maximus* se deu principalmente, porque entre as mais de 600 espécies que compunham o gênero *Panicum*, apenas o *P. maximum* e o *P. infestum* são gramíneas C4 com um subtipo fisiológico PCK da síndrome Kranz e que além disso também tem o lema e palea transversalmente rugosas (Brown 1977 e Ellis 1988, citados por Simon e Jacobs, 2003). Assim, o gênero *Megathyrus* passou a ter duas espécies: *M. maximus* e *M. infestus*.

Neste capítulo, por se tratar de uma revisão, será utilizada a denominação *P. maximum*; sendo essa a principal denominação encontrada na literatura.

Histórico e distribuição da espécie no Brasil

A migração do *P. maximum* a países da América Latina se deu provavelmente por volta do século XVII, a partir da costa oeste da África às Ilhas do Caribe (Parsons, 1972). No Caribe se espalhou rapidamente, e da Jamaica foi introduzido a outros países, como Colômbia (final do século XVIII) e América Central (metade do século XIX). Hoje a espécie é utilizada em todos os países de clima tropical e em alguns de clima sub-tropical.

No Brasil, sua introdução não está bem documentada. Chase (1944) sugeriu que o capim era utilizado como cama para os escravos nos navios negreiros que saíram da Costa Oeste da África e entrou no Brasil onde os navios foram descarregados. Aqui, ele rapidamente se alastrou e foi plantado de norte a sul por ter sido o primeiro capim a ser plantado por sementes e o primeiro a ser plantado por avião em extensas áreas (Jank, 1995). Essa gramínea recebeu o nome de Capim-colonião e se adaptou muito bem em todas as regiões e durante muito tempo foi notadamente responsável pela engorda de bovinos do Brasil.

A variabilidade genética do capim na Costa Oeste da África, de onde o Colonião veio, é pequena. A grande variabilidade da espécie pode ser encontrada na África do Leste e foi no Quênia e Tanzânia que a maioria dos genótipos foram coletados (Combes e Pernés, 1970; Hojito e Horibata, 1982; Savidan et al., 1989). Por meio de um acordo de cooperação, a Embrapa Gado de Corte em Campo Grande, MS, recebeu em 1982 toda a coleção do ORSTOM (*Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer*) atual IRD (*Institut de Recherche pour le Développement*). Esta coleção é a mais completa, com mais de 400 acessos representativos da variabilidade existente no seu centro de Origem no Quênia e Tanzânia e que contém plantas sexuais que permitem a realização de cruzamentos.

A entrada desta coleção foi um marco no melhoramento de espécies forrageiras no país, pois organizou o melhoramento de espécies e/ou gêneros baseados em grandes coleções de germoplasma (Savidan et al., 1985) e foi um divisor de águas na pecuária brasileira, pois permitiu intensificação dos sistemas de produção pelo lançamento comercial inicial das cultivares Tanzânia, Mombaça e Massai, que hoje correspondem a cerca de 95% das sementes da espécie no país.

Devido a sua ampla adaptação, produção e qualidade nutritiva, *P. maximum* sempre despertou muito interesse entre os pesquisadores do mundo todo. Assim, a introdução de coletas da natureza sempre esteve presente nas diversas Universidades e instituições de pesquisa e os trabalhos de seleção dos acessos existentes deu origem a diversas cultivares que foram difundidas nos diferentes países. O intercâmbio de coletas sempre foi muito extenso.

A grande maioria das instituições de pesquisa e Universidades brasileiras realizam pesquisas com a espécie, seja avaliando as cultivares comerciais, seja avaliando genótipos promissores com fins de colocá-los no mercado, ou executando trabalhos de melhoramento genético e de seleção de acessos intercambiados. Assim, foram colocados no mercado no passado a cultivar Vencedor pela Embrapa Cerrados, as cultivares Tobiatã, Centenário e Centauro pelo Instituto Agrônomo de Campinas, a cultivar Aruana pelo Instituto de Zootecnia de São Paulo, a cv. Miyagui

pela Anprosem – Associação Nacional de Produtores de Sementes de Gramíneas e Leguminosas Forrageiras, as cultivares Áries, Atlas e MG12 – Paredão pela Matsuda e as cultivares Tanzânia-1, Mombaça, Massai, BRS Zuri, BRS Tamani e BRS Quênia pela Embrapa Gado de Corte e parceiros. Esta última é a instituição cujo programa de melhoramento é baseado na coleção do ORSTOM recebida em 1982.

Atualmente, o programa de melhoramento da Embrapa continua, bem como o da Matsuda e há indícios de que a Barenbrug do Brasil também está iniciando atividades de melhoramento da espécie no país.

Aspectos botânicos, fisiológicos e morfológicos

Panicum maximum apresenta grande variabilidade morfológica (Jank, 1995). A maioria dos acessos apresentam porte cespitoso, porém existem vários que são estoloníferos. Dos mais de 400 acessos recebidos da África pelo ORSTOM, 6% têm porte estolonífero e 15% são cespitosos que emitem estolões (Jank, 1995). Existem tipos de apenas 20 cm de altura e outros com 2,5 m. Existem tipos com folhas de 0,5 cm de largura até 5,6 cm de largura e com folhas de 7 cm até 137 cm de comprimento (Mateus, FS, comunicação pessoal). Estes valores são muito maiores do que os obtidos por Ramakrishnan et al. (2019) com 60 acessos que registraram alturas de 120 a 201 cm, e por Wouw et al. (2008) na Etiópia com 59 acessos de *P. maximum*, cujas largura das folhas variou de 0,9 a 3,0 cm e comprimento de folhas de 15 cm a 83 cm, e por Malaviya et al. (1996) com 141 acessos, coletados na Índia, sendo observado comprimento das folhas variando de 16 a 77 cm.

Existem plantas desde glabras até extremamente pilosas. Esta pilosidade nas folhas e bainhas dos colmos é muito variável em termos de densidade, maciez e comprimento. O porte das folhas também varia, podendo ser eretas ou decumbentes (Jank, 1995). Alguns acessos apresentam alta cerosidade nas folhas e bainhas das folhas, bem como nos colmos, como é o caso do Capim-colonião.

A inflorescência de *P. maximum* é uma panícula aberta, de diversos tamanhos, sendo encontradas panículas de 8 cm até 60 cm de comprimento (Mateus, FS, comunicação pessoal). As ramificações primárias das inflorescências podem ser curtas ou longas e sem ou com ramificações secundárias, distribuídas por toda a inflorescência ou apenas na base (Jank, 1995). As espiguetas também podem ser distribuídas de forma uniforme ao longo das ramificações ou dispersa ao longo das inflorescências. Elas podem ter cor uniforme ou apresentar manchas marrons a roxas dando um aspecto de cor avermelhada escura intensa.

A diferença morfológica entre algumas cultivares parece ser sutil, entretanto algumas apresentam características marcantes que são úteis na identificação (Tabela 1). As cultivares Massai, Aruana e BRS Tamani são consideradas de porte mais baixo quando comparadas com cultivares como Mombaça, BRS Zuri e BRS Quênia. Essas diferenças morfológicas, principalmente no porte, podem inclusive ditar a utilização das cultivares em diferentes sistemas de produção, como por exemplo indicação de cultivares de menor altura para pequenos ruminantes.

A espécie destaca-se por ser umas das forrageiras propagadas por semente, mais produtivas do mundo tropical. As várias cultivares da espécie disponíveis no mercado tem chamado atenção dos pecuaristas por sua abundante produção de folhas, porte elevado, e pela alta aceitabilidade demonstrada pelo pastejo de animais das mais variadas espécies e categorias (Jank et al., 2010), e pelos bons resultados de produção de carne e leite.

Tabela 1. Características morfológicas de algumas cultivares de *P. maximum*

Característica	Mombaça	Massai	BRS Zuri	BRS Tamani	BRS Quênia
Altura da Planta (m)	1,2 a 1,6	0,5 a 0,8	1,1 a 1,5	0,6 a 1,1	0,6 a 1,2
Perfilhamento Basal	Médio/baixo	Alto	Médio/baixo	Alto	Alto
Cerosidade do colmo	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
Arquitetura da folha	Geniculada	Ereta	Arqueada	Arqueada	Arqueada
Pilosidade da bainha	Ausente	Alta	Média/alta	Ausente	Ausente
Comprimento da folha* (cm)	62,8	42,3	61,1	47,9	55,5
Largura da folha*(mm)	30 a 36	9 a 18	34 a 47	15 a 17	23 a 31
Pilosidade da folha*	Baixa	Média	Ausente	Ausente	Ausente
Cerosidade da lâmina	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Pouca na face abaxial
Coloração da espiguetta	Verde-marrom	Verde-marrom	Verde	Roxa	Verde
Pilosidade da espiguetta	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Ausente

*Lâmina foliar

Fonte: Adaptado do aplicativo Pasto Certo (EMBRAPA)

Fisiologicamente, *P. maximum* é uma gramínea de metabolismo C_4 , que se caracteriza por alto acúmulo de forragem em ambientes tropicais. Entretanto, essa alta capacidade produtiva deve ser acompanhada de estrito controle de manejo para que a otimização da produção primária possa maximizar a produção secundária. Como se trata de plantas de alta produção, há necessidade de especial atenção à calagem e adubação para que o potencial genético das cultivares seja expresso.

O conhecimento das características morfológicas e fisiológicas da forrageira é imprescindível para que os resultados esperados sejam alcançados. Por sua morfologia, as cultivares de *P. maximum* não são indicadas para regiões de alta declividade, por formarem touceiras e deixarem espaços vazios no solo.

Cultivo

Adaptação climática

A espécie *P. maximum* se adapta em diversas regiões do Brasil, sendo seu cultivo realizado de Norte a Sul do país. De acordo com Bogdan (1977), esta espécie ocorre em regiões tropicais e subtropicais, desde o nível do mar até 1.800 m de altitude. Segundo o autor, embora algumas variedades possam crescer em condições semiáridas (650-800 mm), a maioria tem melhor adaptação em regiões úmidas com precipitações acima de 1.000 mm.

Não existe um zoneamento agroecológico para a espécie. Entretanto, Santos et al. (2015) estabeleceram cenários para a cultivar Tanzânia com base em modelos de estimativa de produção propostos por Pezzopane et al. (2016). Variações entre as cultivares podem ocorrer, sobretudo com a perspectiva de desenvolvimento de cultivares com melhor adaptação a condições de excesso e baixa disponibilidade hídrica, contudo pode-se, com os devidos ajustes, adotar o modelo produzido para o capim-Tanzânia como representativo da espécie.

Na Figura 1 observa-se a estimativa da produção de forragem do Capim-tanzânia em solos de textura média. Observa-se que as maiores produções são observadas na região Norte em função das maiores pluviosidades e altas temperaturas médias diárias. Contrariamente, as menores produções são observadas no semiárido Nordeste que apresenta precipitações em torno de 600 mm com grande variação anual, limitando o potencial produtivo da espécie. No Cerrado e na Mata Atlântica, a produção anual de forragem de *P. maximum* é intermediária (20 a 30 t/ha MS) concentrada nos meses de verão com alta pluviosidade e temperatura média (Santos et al., 2015).

A variação na taxa de acúmulo de forragem em pastagem de Capim-tanzânia ao longo dos meses do ano também foi estimada por Santos et al. (2015). Novamente se observa que a região Norte se destaca pelo maior potencial de produção e principalmente menor período de restrição à produção da pastagem de *P. maximum*.

Para as regiões Sudeste e Centro-Oeste a redução na taxa de acúmulo inicia a partir do mês de maio, atingindo o auge em setembro.

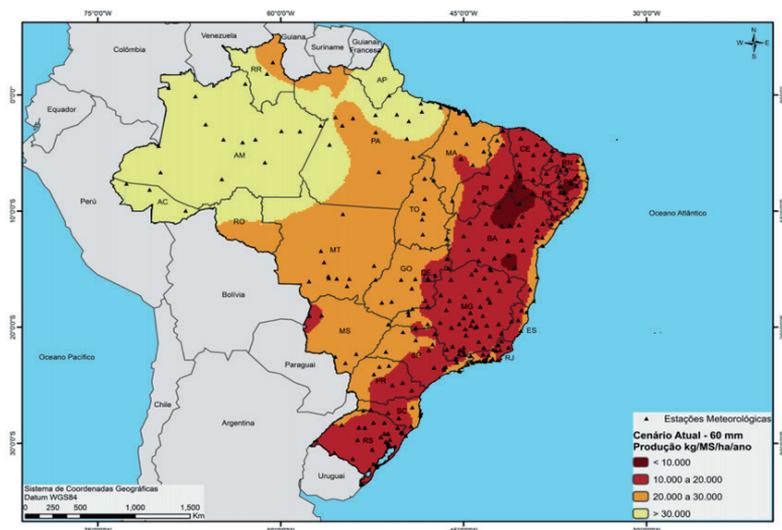


Figura 1. Estimativa da produção anual de forragem (kg/ha MS) de *Panicum maximum* cv. Tanzânia em solos de textura média no Brasil

Fonte: Santos et al. (2015).

Vale ressaltar que a figura foi organizada considerando o regime pluviométrico histórico observado nas diversas regiões do Brasil. A disponibilidade de água para irrigação de pastagem altera o potencial de produção e, neste caso, as regiões centro-oeste e nordeste apresentam condições bastante favoráveis para produção em sistemas intensivos, uma vez que apresentam maiores temperaturas médias e menor variação do fotoperíodo ao longo do ano.

Santos et al. (2015) simularam também o impacto das mudanças climáticas sobre a produção de pastagens de diferentes forrageiras. Para o Capim-tanzânia, com base no modelo PRECIS, observaram que, num cenário centralizado no ano de 2055, as maiores porcentagens de áreas no Brasil indicam aumento na produção de forragem da ordem de 20 a 30%.

Plantio

Os pastos de *P. maximum* são estabelecidas por sementes (Jank et al., 2010) sendo, de modo geral, recomendados para solos bem drenados e de média a alta fertilidade.

Para a maioria das condições se recomenda o preparo convencional do solo com dessecação da vegetação existente, calagem e gradagem, com bom destorroamento. A calagem é feita para correção da acidez do solo e elevação da saturação de bases para valores que podem variar de 45 a 70%, dependendo da cultivar utilizada e do nível de intensificação desejado (Cantarutti et al., 1999; Pereira et al., 2018). Antes da semeadura pode ser necessário a passagem de uma grade niveladora. A taxa de semeadura pode variar em função da cultivar, mas, em geral, recomenda-se o uso de 3 a 4 kg de sementes puras viáveis-SPV/ha, semeadas de 2 a 5 cm de profundidade. É importante fazer a incorporação das sementes com grade niveladora aberta em dois furos ou semeadora regulada para tal profundidade. O plantio à lanço também pode ser utilizado, sendo necessário a incorporação das sementes por meio de uma gradagem leve, uso de rolo compactador ou até mesmo estacas de madeiras puxadas pelo trator.

O uso de plantio direto também é possível desde que se tenha, entre outras condições, o solo já corrigido e maquinário apropriado, tanto para o controle de invasoras com aplicação de herbicidas, como para o plantio na palha.

A aplicação de fósforo é fundamental para o estabelecimento das plantas e para a produtividade do pasto. Diferentemente dos macronutrientes N e K, a aplicação de P deve ocorrer durante o preparo do solo ou no sulco de plantio.

O plantio deve ser realizado até a primeira metade da estação chuvosa, que varia conforme a região do país; entre novembro e janeiro para as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte e entre maio e julho para o Nordeste.

Vale ressaltar que para manutenção da produtividade e perenidade do pasto é recomendada a adubação anual de reposição com N-P-K e, quando necessário, micronutrientes. Neste sentido, é importante citar Jank (1995), que observou redução significativa na produção de forragem entre os anos quando não foi feita a adubação de reposição.

Recomendações de adubação de pastagens, incluindo as de *P. maximum*, em função do tipo de solo, teores de nutrientes no solo e do nível de intensificação pretendido podem ser encontradas em Cantarutti et al. (1999) e Pereira et al. (2018).

Manejo

Estudos que avaliam a capacidade produtiva de cultivares de *P. maximum* vem sendo desenvolvidos no Brasil nos últimos anos. Isso se deve ao fato de a espécie englobar quantidade considerável de cultivares, as quais são utilizadas nas pastagens brasileiras (Valle et al., 2013).

O manejo do pastejo sob lotação rotativa é o mais comumente utilizado para as gramíneas da espécie *P. maximum* devido, principalmente, ao seu hábito de crescimento cespitoso. Por muito anos, esse manejo foi realizado de maneira simplista e generalista, tomando como critério a alternância de dias fixos de ocupação e descanso dos piquetes, não considerando as condições fisiológicas da planta (Martuscello et al., 2020). Mesmo não sendo o ideal, o manejo por dias fixos é ainda muito utilizado nas propriedades rurais, pela facilidade na troca de lotes de um pasto para o outro e por demandar menor controle e mão-de-obra. Entretanto, esse manejo restringe as possibilidades de ganhos em eficiência do sistema de produção, caracterizando um manejo ineficaz e inconsistente.

Alguns trabalhos foram realizados utilizando manejo por dias fixos com as diferentes cultivares de *P. maximum*: Capim-mombaça (Ribeiro et al., 2008; Euclides et al., 2008), Capim-tanzânia (Mello & Pedreira, 2004; Braga et al., 2009; Euclides et al., 2014) e Capim-massai (Euclides et al., 2008).

Baseado nos estudos de Brougham (1956) e Hodgson (1990), pesquisadores da área de manejo de pastagens investiram esforços em pesquisas, nas descobertas e no conhecimento de como se dava o acúmulo de forragem, e buscaram entender os aspectos morfológicos e ecofisiológicos das plantas forrageiras tropicais (Da Silva & Pedreira, 1997; Da Silva & Nascimento Jr., 2007; Gomide & Gomide, 2013).

Trabalhos pioneiros realizados com esse manejo foram feitos com o Capim-mombaça (Gomide, 2001; Carnevali, 2003), vislumbrando que as gramíneas de clima tropical pudessem ter o mesmo padrão de resposta das gramíneas de clima temperado, mas claro, em suas devidas proporcionalidades e peculiaridades (Martuscello et al., 2020). Compreendeu-se então, que o processo de crescimento está intimamente relacionado com o aumento da área foliar, acompanhado do aumento na altura do pasto. Somente no final da década de 1990, o manejo baseado no índice de área foliar crítico (IAF), no qual no 95% da radiação incidente é interceptada pelo dossel começou a ser utilizado em gramíneas tropicais correlacionando com a altura do pasto, visando atrelar estruturas adequadas de dossel e produtividade animal. Várias pesquisas nas últimas décadas com gramíneas tropicais sugeriram o momento de interrupção da rebrotação aos 95% de interceptação luminosa (IL) relacionando-a

com a altura de manejo (Candido et al., 2005; Carnevalli et al., 2006; Pedreira et al., 2007; Barbosa et al., 2007; Gomide et al., 2007; Da Silva et al., 2009; Difante et al., 2009; Carvalho et al., 2017).

Também critérios de morfogênese de gramíneas tropicais foram associados ao manejo de pastagens de *P. maximum*. Candido et al. (2005) e Gomide et al. (2007) avaliaram o critério de interrupção da rebrota de Capim-mombaça baseado no número de folhas surgidas por perfilho. Os autores estudaram, na região do Triângulo Mineiro, intervalos de desfolha definidos por 2,5; 3,5 e 4,5 folhas surgidas/perfilho e concluíram que o período de descanso em pastagem de Capim-mombaça não deve exceder o tempo para aparecimento de três folhas adultas por perfilho, condição que esteve associada à altura entre 85 e 90 cm e ao alcance da interceptação luminosa de 95% pelo dossel.

Para evitar perdas da forragem produzida em relação a acumulada (balanço entre crescimento e senescência), o crescimento do pasto deve ser interrompido e o animal tem que colher a forragem antes que as taxas de senescência e alongamento de colmos aumentem. Esse é o ponto de convergência existente entre altura do dossel, índice de área foliar (IAF) e 95% de IL pelo dossel (Brougham, 1956; Hodgson, 1990; Carnevalli et al., 2006; Barbosa et al., 2007; Gomide et al., 2007; Pedreira et al., 2007).

Ainda que a correlação entre altura e interceptação luminosa esteja consolidada, há de se destacar que, na prática, essa altura para interrupção da rebrotação não pode ser estanque. Assim, há necessidade de se buscar uma amplitude de manejo para que se possa otimizar a produção de forragem e facilitar as práticas diárias de manejo nas diferentes cultivares de *P. maximum*. Ressalta-se que a altura máxima para entrada dos animais seria aquela correlacionada aos 95% de IL.

Barbosa et al. (2007), trabalhando com Capim-tanzânia manejado aos 90, 95 e 100% de IL, encontraram as alturas de 60, 70 e 85 cm, respectivamente. De acordo com os resultados, pastos manejados aos 90% de IL apresentaram maior número de ciclos de pastejo. Entretanto, aqueles manejados com 95% de IL apresentaram maiores acúmulos totais de forragem. Vale salientar que os pastos manejados aos 90% de IL podem permitir acúmulos, principalmente de folhas, iguais àqueles manejados com a meta de 95% de IL, apontando para o que se denomina flexibilidade de manejo, conceito definido como uma amplitude de altura para interrupção de rebrotação.

Rodrigues (2020), avaliando a flexibilidade de manejo em pastos de Capim-mombaça com altura de entrada de 80 e 90 cm, encontrou maior produção e maior taxa de acúmulo de forragem para pastos com altura de 90 cm de pré-pastejo, sem alteração na composição morfológica do pasto (Tabela 2).

Tabela 2. Produção de forragem em pastos de Capim-mombaça, manejados com 80 e 90 cm de altura de pré-pastejo

Característica	80 cm	90 cm	P valor
Produção de massa seca no pré-pastejo (kg MS ha ⁻¹)	5822	7205	0,0048
% de folhas no pré-pastejo	58	57	0,8388
% de colmo no pré-pastejo	27	28	0,5148
% de material morto no pré-pastejo	16	15	0,6405
Taxa de acúmulo de forragem (kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹)	49	54	0,0375

Fonte: Rodrigues (2020).

Barbosa (2020) avaliou o Capim-zuri manejado na altura de 70-75 cm e aos 95% de IL. A condição de pós-pastejo foram alturas de 30 e 50 cm, caracterizando 57 e 29% de intensidade de desfolhação, respectivamente. O pasto manejado com intensidade de desfolhação leniente (50 cm pós-pastejo) apresentou maior número de ciclos de pastejo do que aquele manejado com intensidade severa, 6 e 3 ciclos, respectivamente. O acúmulo de forragem também foi superior para o manejo leniente. Em relação às características morfológicas, o manejo leniente promoveu maior proporção de folha e menor de material morto.

Tesk et al. (2020) trabalharam com as cultivares BRS Tamani e BRS Quênia nas alturas de 35 e 55 cm em pré-pastejo, respectivamente, submetidos a duas condições de pós-pastejo de 15 e 25 cm para o Tamani e 20 e 35 cm para o Quênia, caracterizando intensidade de desfolhação leniente (30%) e severa (60%). Para as características morfológicas no pré-pastejo, a produção de folha para o manejo leniente foi 13% superior ao manejo severo. Independentemente da cultivar, a proporção de colmo apresentou valores bem discrepantes entre as intensidades de desfolhação, com valores de 3,5 e 11,5% para a desfolha leniente e severa, respectivamente (Tabela 3). Tanto nos dados de Barbosa (2020) quanto nos dados de Tesk et al. (2020) observa-se que a intensidade de desfolhação é fator primordial para a produção de forragem e para as características morfológicas. No geral, os pastos manejados sob intensidade de desfolhação leniente apresentam maior proporção de folhas, além de menores proporções de colmo e material morto.

Tabela 3. Produção de forragem e características morfológicas dos capins Tamani e Quênia submetidos a intensidades de desfolhação.

Característica	Intensidade de desfolhação		P valor
	Leniente	Severa	
Acúmulo de forragem (kg MS ha ⁻¹) *	9310	8470	> 0,05
Taxa de acúmulo de forragem (kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹) *	100	95	> 0,05
Folha no pré-pastejo (%)	93,0	82,0	<.001
Colmo no pré-pastejo (%)	3,5	11,5	0,005
Material morto no pré-pastejo (%)	3,8	6,7	0,010

*Dados do verão de 2016.

Fonte: Tesk et al. (2020).

Valote et al. (2021) avaliaram a estrutura do pasto dos capins BRS Zuri e BRS Quênia manejados sob lotação rotacionada com períodos de descanso dos piquetes baseados na IL de 95% e buscando altura de resíduo correspondente a 50% daquela encontrada em pré-pastejo. O estudo foi conduzido por dois anos com o pastejo realizado por vacas leiteiras mestiças. Os autores observaram rápida rebrotação de ambas as cultivares com períodos de descanso de 18 dias durante a estação chuvosa. As alturas pré-pastejo foram de 88 e 77 cm, enquanto as de pós-pastejo foram de 49 e 45 cm, respectivamente para a BRS Zuri e BRS Quênia, evidenciando a diferença de porte entre as cultivares e reforçando a importância da busca de orientações específicas para cada cultivar.

O Capim-massai foi estudado por Souza (2016) com manejo de 90 e 95% de IL e resíduos pós-pastejo de 15 e 25 cm. O período de descanso foi menor para o manejo mais leniente (90% de IL e 25 cm) com 48 dias e, o maior período de descanso foi para o manejo mais severo (95% de IL e 15 cm) com 68 dias. O acúmulo e taxa de acúmulo de forragem não foram afetados pelos manejos, com valores médios de 6.344 kg MS ha⁻¹ e 116 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹. Para as características morfológicas, a proporção de folha foi maior para o resíduo pós-pastejo de 25 cm independentemente da frequência de desfolhação. Já para a proporção de colmo, a frequência de 95% de IL apresentou os maiores valores. A proporção de material morto, entretanto, foi maior para o manejo de maior intensidade com 15 cm. Dados similares foram reportados por Emerenciano Neto et al. (2013) manejando o capim-massai a 50 cm em pré-pastejo e 25 cm no pós-pastejo. Assim, pode-se destacar que, para o Capim-massai, independentemente da frequência de desfolhação (90 e 95% der IL), o pós-pastejo de 25 cm, ou seja, manejo mais leniente, apresentou as melhores características de

dossel, corroborando com a informações obtidas por Barbosa (2020) com o Capim-zuri e Tesk et al. (2020) com os capins Tamani e Quênia.

Reconhecendo que o momento mais indicado para interromper a rebrotação é aos 95% de IL (ou a altura de dossel correspondente), é importante mencionar que, na prática, isso se tornou um critério de manejo muito estreito para tomadas de decisão. É comum encontrar situações em que dois piquetes cheguem concomitantemente na meta alvo de manejo, inviabilizando a utilização de todos os piquetes ao mesmo tempo. Nessas situações, seria necessário o uso da flexibilidade de manejo antes do “momento ideal”. Assim, são necessárias maiores investigações acerca da flexibilidade de utilização dos pastos antes dos 95% de IL, de modo a encontrar a altura mínima de utilização, ou a faixa de altura, que permita garantir o controle da estrutura do dossel, a perenidade do pasto além de conciliar o desempenho individual e a produtividade.

Potencial do *P. maximum* para produção animal

Apesar do lançamento de diversas cultivares a partir da década de 1980, somente as cultivares Tanzânia e Mombaça possuem, atualmente, participação significativa nas áreas de pastagens cultivadas. No início dos anos 2000 a cultivar Tanzânia experimentou aumento considerável nas áreas plantadas para o pastejo de vacas leiteiras, mas a cultivar Mombaça se tornou, nos últimos anos, a principal cultivar em sistemas de produção animal a pasto. Isto se deve ao maior potencial produtivo desta cultivar. Além disso, problemas decorrentes da doença foliar observada no Capim-tanzânia pelo fungo *Bipolaris maydis* têm dificultado o cultivo desta forrageira. O lançamento de cultivares resistentes, de alto potencial produtivo e bom valor nutricional como BRS Zuri e BRS Quênia podem contribuir para o aumento considerável da capacidade de suporte das pastagens e da produção animal por área.

Qualidade nutricional de *P. maximum*

Composição química e digestibilidade da matéria seca

As gramíneas da espécie *P. maximum* se caracterizam por apresentar boa qualidade da forragem, desde que sejam corretamente manejadas. Dentre as cultivares disponíveis no mercado, as estudadas mais frequentemente estão apresentadas na Tabela 4. Observa-se, no geral, teores de proteína bruta (PB) variando entre 9,6 e 16,5% da MS, de fibra em detergente neutro (FDN) entre 58,8 e 76,6% da MS e coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) variando entre 56,1 e 74,2%. As disparidades nos valores são resultado das diferenças genéticas entre

cultivares, mas são fortemente influenciadas pelo manejo adotado. Quanto às diferenças entre cultivares, é possível identificar três grupos, conforme os dados da Tabela 4: i) cultivar Massai, como a de menor valor nutritivo, ii) cultivares Tanzânia e Mombaça, como as de valor nutritivo intermediário e iii) Zuri, Quênia e Tamani, como as de maior valor nutritivo, quando comparada às demais.

A cultivar Massai é reconhecida como a menos exigente em fertilidade de solo, mas apresenta uma estrutura em sua anatomia que interfere negativamente nas características nutricionais. Esta estrutura, conhecida como “Girder”, se refere a um conjunto de células de paredes espessas e lignificadas, as quais estão fisicamente ligadas, formando uma estrutura rígida e de baixa degradabilidade. Esta característica reduz a digestão de tecidos e o valor nutritivo da cultivar Massai. As cultivares Tanzânia e Mombaça, lançadas na década de 1990, apresentam elevado potencial produtivo e valor nutritivo intermediário, relativamente às demais cultivares da espécie. Por outro lado, as cultivares desenvolvidas mais recentemente (década de 2010), além de apresentarem alto potencial produtivo, também superam as demais em relação ao valor nutritivo. Nos estudos mais recentes com as novas cultivares, os ciclos de colheita das gramíneas têm sido, no geral, mais curtos, fazendo com que a forragem seja colhida com idades menos avançadas do que aquelas normalmente adotadas nas décadas de 1990 e 2000. Embora os avanços obtidos pelo programa de melhoramento genético da espécie têm proporcionado o lançamento de genótipos de maior valor nutritivo, deve-se reconhecer que os refinamentos do manejo do pastejo também têm contribuído para melhorias do valor nutricional da forragem, no momento da colheita da forragem.

Tabela 4. Teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da forragem de cultivares de *P. maximum*

Cultivar /Material	PB	FDN	DIVMS	Autor
Massai (pastejo simulado)	10,7	76,7	57,1	Embrapa (2001)
Massai (folha)	9,6	65,8	Paciullo	et al. (2017)
Massai (pastejo simulado)	9,7	75,9	58,7	Euclides et al. (2008)
Massai (planta toda)	9,4	69,1	58,0	Ramos et al. (2019)
Média	9,9	71,9	57,9	
Tanzânia (pastejo simulado)	12,9	70,0	56,1	Fukumoto et al. (2010)
Tanzânia (folha)	13,5	72,4	62,9	Porto et al. (2009)
Tanzânia (folha)	10,4	76,6	57,2	Difante et al. (2009)
Tanzânia (pastejo simulado)	11,3	75,0	61,5	Embrapa (2001)
Tanzânia (folha)	10,5	63,3	-	Paciullo et al. (2017)
Mombaça (pastejo simulado)	11,7	75,4	60,3	Embrapa (2001)
Mombaça (pastejo simulado)	12,6	74,5	62,8	Euclides et al. (2008)
Mombaça (folha)	12,2	70,3	-	Ribeiro et al. (2008)
Mombaça (planta toda)	9,7	66,5	61,7	Ramos et al. (2019)
Média	11,6	71,5	60,7	
Zuri (pastejo simulado)	16,3	67,0	58,5	Freitas (2019)
Zuri (planta toda)	9,9	66,9	60,5	Ramos et al. (2019)
Quênia (pastejo simulado)	16,4	67,0	59,8	Freitas (2019)
Quênia (pastejo simulado)	11,8	75,0	60,1	Jank et al. (2017)
Tamani	12,8	66,9	74,2	Pereira (2020)
Média	14,0	66,9	63,9	

Consumo de forragem por bovinos em pastagens de *P. maximum*

A quantidade de matéria seca ingerida pelo animal constitui o principal fator para controlar a produção de ruminantes a pasto. Alguns fatores interferem diretamente no consumo de animais em regime de pastejo, tais como a oferta de forragem, o valor nutritivo e a estrutura do pasto. Apesar dos altos teores de FDN de cultivares de *P. maximum*, comumente encontrado em gramíneas tropicais, a literatura mostra inúmeros trabalhos com elevados consumos de MS de animais a

pasto. Em pastagens manejadas adequadamente não foram detectadas diferenças no consumo de novilhos nelore em pastejo nas cultivares Tanzânia, Mombaça e Massai, com valores da ordem 2,3% do PV, em março, e 3,4% do PV, em novembro (Brâncio et al., 2003). Trabalhando com novilhos de sobreano, Euclides et al. (1999) verificaram consumos de 2,3; 2,4 e 2,5% do PV, em pastagens de Tobiatã, Tanzânia e Colonião, respectivamente. Potenciais de consumo semelhantes aos mencionados acima foram descritos por Gontijo Neto et al. (2006) (2,4% PV) e Fukumoto et al. (2010) (2,6% PV), em trabalhos, respectivamente, com ovinos, novilhos nelore e vacas leiteiras mestiças em pastejo em capim-Tanzânia.

Produção de leite em pastagens de *P. maximum*

Taxas de acúmulo de matéria seca de *P. maximum* variam entre 140 e 200 kg/ha/dia (Candido et al., 2005; Gomide et al., 2007; Castagnara et al., 2011), o que tem permitido taxas de lotação de 4,5 a 9,4 UA/dia (Penati, 2002; Fukumoto et al., 2010; Chambela Neto, 2011; Freitas, 2019). O uso de suplementação concentrada e/ou volumosa da pastagem possibilita acréscimos nas taxas de lotação entre 50 e 60%, dependendo do tipo e da quantidade do suplemento fornecido.

Na Tabela 5 se observa o resumo de resultados sobre produção de leite em pastagens de *P. maximum*. Em pastagem de Capim-tobiatã, manejado sob lotação rotacionada, com período médio de descanso de 28 dias (22 na época mais chuvosa e 33 dias na menos chuvosa) foram observadas produções diárias de leite de 7,8 e 12,2 kg/vaca e 26,7 e 41,5 kg/ha, respectivamente para animais exclusivamente a pasto ou recebendo 3 kg de concentrado por dia (Gonçalves et al., 2003).

Hack et al (2007) compararam duas alturas para a entrada de vacas da raça Holandesa nos piquetes de Capim-mombaça, quais sejam, 90 e 140 cm. As produções médias de leite foram de 14,0 e 10,8 kg/vaca/dia, respectivamente para a menor e a maior altura do pasto. Embora tenham sido avaliados apenas dois ciclos de pastejo, os resultados evidenciaram o potencial para produção de leite de vacas em regime exclusivo de pastejo em Capim-mombaça, quando manejado com 90 cm de altura.

A maior parte dos trabalhos com produção de leite foi realizada com o Capim-tanzânia. Sem o fornecimento de suplementação concentrada, Oliveira et al. (2014) verificaram produção média de leite de vacas mestiças de 10,9 kg/vaca/dia em pastejo no capim-tanzânia. Esse resultado é semelhante aos observados por Lima et al. (2004) e Santos et al. (2005) com a mesma gramínea submetida ao pastejo de

lotação rotacionada e sem uso de concentrado, os quais relataram produções médias diárias de 10,0 e 11,1 kg/vaca, respectivamente.

Com o uso de suplementação concentrada, Oliveira et al. (2014) registraram produções ligeiramente superiores às relatadas sem o uso de concentrado. No estudo, foi fornecido concentrado (14% de PB) nas quantidades de 3 e 5 kg/vaca/dia, verificando-se produções de leite da ordem de 12,2 e 13,0 kg/vaca/dia.

Porto et al. (2009) estudaram a produção de leite de vacas Holandês x Zebu em pastagem de capim-tanzânia, manejada com 24 e 30 dias de descanso, dependendo da época do ano, e suplementada com 2 kg/vaca/dia de concentrado. A produção diária foi de 11,5 kg/vaca nos primeiros 90 dias de lactação e 9,8 kg/vaca, considerando a média de toda a lactação. No trabalho de Fukumoto et al. (2010) com Capim-tanzânia, manejado com período de descanso fixo de 30 dias, a produção média diária de leite de vacas mestiças foi de 9,1 kg/vaca, considerando todo o período de lactação. Os autores consideraram que o baixo potencial genético das vacas mestiças utilizadas no estudo pode ter contribuído para a baixa produção obtida. Outros fatores que podem ter influenciado na baixa produção, segundo os autores, foram o avanço do estágio de lactação dos animais e a perda de qualidade e a queda da massa de forragem a partir do mês de abril, em razão da fase reprodutiva das plantas e dos fatores associados ao clima.

Os resultados de Chambela Neto (2011) mostraram aumento de 30% na produção de leite por hectare quando se adotou o critério de interceptação luminosa (95%) em comparação ao manejo com intervalo fixo em dias. Conforme comentado anteriormente, o uso de uma meta de altura do pasto (70 cm para o capim-tanzânia), associado à interceptação de 95% da luz, têm repercutido em aumentos da taxa de lotação e da produção de leite por área. Da mesma forma, quando o Capim-mombaça foi utilizado com pastejo com 90 cm de altura, obteve-se produção de leite por vaca 29,6% maior do que quando utilizado com 140 cm de altura (Hack et al., 2007). Esses dados evidenciam uma tendência atual do manejo do pastejo baseado na altura das plantas e, para isso, a pesquisa tem definido metas de alturas para as diferentes cultivares, como descrito anteriormente neste capítulo.

Avaliação da produção de leite de vacas mestiças em pastagem das novas cultivares BRS Zuri e BRS Quênia foi conduzida por Freitas (2019), utilizando o pastejo de lotação rotacionada com período de descanso dos piquetes baseado no alcance de 95% de IL pelo dossel. O estudo foi conduzido por dois anos na região de Mata Atlântica e, além das cultivares, considerou três períodos do ano com base na precipitação pluviométrica. A média da produção diária de leite por vaca não diferiu entre as cultivares (12,3 L/vaca.dia), mas a BRS Quênia mostrou maior taxa de lotação,

principalmente nos períodos de média e baixa precipitação, proporcionando maior produção de leite por área (Tabela 5).

Maiores produções individuais foram observadas no trabalho de Rodrigues (2020) em pastagem de Capim-mombaça sob lotação rotacionada com alturas de entrada nos piquetes de 80 ou 90 cm. A menor altura do dossel propiciou a produção diária de 17L/vaca contra 15L/vaca para o tratamento em que se esperou o alcance de 90 cm, repetindo a resposta observada por Hack et al. (2007) em capim-tanzânia apresentado acima.

Tabela 5. Produção de leite em pastagens *P. maximum*

Cultivar	Período de descanso (dias)	Nitrogênio (kg/ha/ano)	Concentrado (kg/vaca/dia)	Taxa lotação (UA/ha)	Produção de leite (kg/dia)		Autor
					Vaca	Hectare	
Tobiatã	28	75	0	2,7	7,8	26,7	Gonçalves et al. (2003)
Tobiatã	28	75	3	2,7	12,2	41,5	Gonçalves et al. (2003)
Tanzânia	27	200	2	4,5	9,8	45,5	Porto et al. (2009)
Tanzânia	30	200	2	4,6	9,1	41,6	Fukumoto et al. (2010)
Tanzânia	30	220	2	5,0	11,4	57,2	Chambela Neto (2011)
Tanzânia	IL ¹	220	2	6,5	11,4	74,5	Chambela Neto (2011)
Mombaça	ALT140 ²	200	0	-	10,8	-	Hack et al. (2007)
Mombaça	ALT90 ³	200	0	-	14,0	-	Hack et al. (2007)
BRS Zuri	IL ²¹	300	3	8,9	12,3*	109,5*	Freitas (2019)
BRS Quênia	IL ¹	300	3	9,4	12,3*	115,6*	Freitas (2019)
Mombaça	ALT80	300	5	5,4	17	98,1**	Rodrigues (2020)
Mombaça	ALT90	300	5	5,4	15	81,0***	Rodrigues (2020)

¹Variável conforme 95% de interceptação luminosa; ² Altura do pasto (140 cm); ³ Altura do pasto (90 cm), * Média de três períodos do ano e dois anos de avaliação. ** Média de 6 ciclos de pastejo. *** Média de 5 ciclos de pastejo.

Nota-se também pelos dados apresentados na Tabela 5, a importância da adubação nitrogenada para os aumentos da taxa de lotação e da produção de leite por área. O aumento da produção de leite por vaca pode ser obtido com o uso de suplementação com concentrados, o que pode representar uma estratégia interessante, desde que sejam usados animais com maior potencial de produção de

leite. Para animais com baixo potencial genético, a resposta ao concentrado pode não ser satisfatória e a economicidade da suplementação é duvidosa.

Reconhece-se que produções médias de leite da ordem de 60 a 116 kg/ha/dia, durante a época chuvosa, com uso de pequenas doses de concentrado e sob manejo adequado, são muito superiores aos níveis médios atuais alcançados pela pecuária leiteira nacional, evidenciando os benefícios que a utilização dessas gramíneas pode representar para sistemas de produção de leite a pasto.

Produção de carne em pastagens de *P. maximum*

Pastos formados com esta gramínea são normalmente associados a sistemas mais intensivos de produção animal, dada a sua alta capacidade de produção de forragem de elevado valor nutricional. Entretanto, estas características são influenciadas pelas propriedades químicas e físicas do solo, pelas condições climáticas, pela idade fisiológica (Tabela 6) e pelo manejo a que a forrageira é submetida (Tabela 7). Geralmente as cultivares de *P. maximum* disponíveis no mercado, a exceção do Massai, apresentam valor nutritivo muito semelhantes, fazendo com que os aspectos relacionados com a correção e a fertilização do solo e com o manejo do pastejo acabem sendo os principais fatores que influenciam a produtividade animal (Tabela 6). Esses resultados corroboram a observação feita por Hodgson (1990) que sugere que a troca de uma cultivar por si só não determinará a melhoria na produtividade animal se outras práticas de manejo não forem utilizadas para equilibrar o complexo solo-planta-animal.

Ressalte-se que todos resultados de desempenho animal apresentados na Tabela 6 foram obtidos em sistema de lotação rotacionada baseada em dias fixos e pré-determinados de descanso. Como discutido anteriormente, esse manejo apesar de facilitar o planejamento, pode restringir a produção animal, pois não gera padrão uniforme do pasto, resultando em dossel de estrutura variável, ao longo do ano. Dessa forma, outra maneira de incrementar o desempenho animal é utilizar o manejo do pastejo adequado para cada cultivar.

A expressão do potencial produtivo dessas cultivares resume-se basicamente: no manejo correto dos pastos durante o período das águas; e no uso da suplementação alimentar durante o período seco. Usando tais estratégias vários experimentos foram conduzidos com o Capim-mombaça, na Embrapa Gado de Corte.

Com o objetivo de flexibilizar o manejo Alvarenga et al. (2020) testaram o desempenho animal em pastos de Capim-mombaça, sob duas frequências de pastejo,

definidas em função da interceptação de luz (IL) pelo dossel de 90 e 95%, associados a um resíduo de 50 cm. Os autores concluíram que a interrupção do período de descanso pode ser feita entre 90% (80 cm) e 95% (90 cm) IL, sem comprometer a capacidade produtiva do pasto e o desempenho animal, desde que associadas à severidade de desfolhação moderada (Tabela 7).

Tabela 6. Taxa de lotação, ganhos de peso em pastos de cultivares de *P. maximum*

Cultivares	PD ¹	N ²	Taxa de lotação (UA/ha)		Ganho por animal (kg/animal/dia)		Ganho por área (kg/ha/ano)	Autor
			Águas	Seca	Águas	Seca		
Tanzânia ³	35	50	2,3	1,3	0,600	0,170	690	Euclides et al. (2007)
Tanzânia ³	35	100	2,6	1,7	0,630	0,155	780	Euclides et al. (2007)
Massai ³	35	50	4,0	1,5	0,420	0,030	625	Euclides et al. (2008)
Mombaça ³	35	50	2,8	1,4	0,560	0,130	690	Euclides et al. (2008)
Mombaça ³	25	150	5,0	1,9	0,470	0,230	835	Jank et al. (2017)
BRS Quênia ³	25	150	5,1	1,9	0,555	0,260	975	Jank et al. (2017)
Mombaça ³	25	150	5,2	2,8	0,515	0,290	735	Embrapa (2014)
BRS Zuri ³	25	150	5,0	2,9	0,545	0,270	810	Embrapa (2014)
Tanzânia ⁴	28	135	3,4	2,4	0,520	0,495	795	Jank et al. (2017)
BRS Quênia ⁴	28	135	2,7	1,3	0,700	0,645	860	Jank et al. (2017)
BRS Zuri ⁴	28	135	3,6	2,6	0,540	0,520	890	Embrapa (2014)
Massai ⁵	28	100	2,9	1,5	0,715	0,265	680	Braga et al. (2019)
BRS Tamani ⁵	28	100	2,7	1,6	0,790	0,310	740	Braga et al. (2019)

¹Período de descanso (dias); ²Nitrogênio (kg/ha/ano); Local: ³Campo Grande, MS; ⁴Rio Branco, AC; ⁵Planaltina, DF;

Outro ponto importante é determinar o momento de se interromper o pastejo. Nesse sentido, Euclides et al. (2017) estudaram pastos de Capim-mombaça manejados com duas intensidades de pastejo (30 e 50 cm de resíduo) associadas a uma condição de pré-pastejo comum de 95% de IL. Esses autores observaram que pastos manejados com 30 cm de resíduo pós-pastejo mantiveram maior taxa de lotação, porém com menor desempenho animal. O número de animais extras utilizados nos pastos manejados a 30 cm não compensou o menor ganho de peso individual, resultando em menor ganho de peso por área (Tabela 7). O menor desempenho dos animais nos pastos manejados a 30 cm foi consequência de o animal ter que explorar um estrato de forragem mais baixo (30-50 cm). Este estrato foi caracterizado por

menores porcentagens de folha e relação folha:colmo, maiores porcentagens de colmo e material morto, além de menores porcentagens de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, maiores concentrações de fibra em detergente neutro e lignina em detergente ácido em relação aos estratos acima de 50 cm (Euclides et al., 2017).

Tabela 7. Taxa de lotação, ganhos de peso em pastos de capim-mombaça¹, durante o período das águas

IL ²	Altura do pasto (cm)		Período de descanso (dias)			Taxa de lotação	Ganho de peso vivo		Referência
	pré-pastejo	Pós-pastejo	Pri. ³	Ver. ⁴	Out. ⁵	(UA/ha)	Animal (Kg/dia)	Área (Kg/ha)	
95%	86	30	56	34	47	4,7	0,590	794	Euclides et al. (2017)
95%	87	50	44	28	40	3,4	0,795	917	Euclides et al., (2017)
95%	88	49,7	30	26	37	3,9	0,720	985	Alvarenga et al., 2020
90%	82	47,1	28	23	31	3,6	0,770	995	Alvarenga et al., 2020

¹ Adubação de manutenção: 80 kg/ha de P2O5, 80 kg/ha de K2O e 200 kg/ha de N; ² Interceptação luminosa no pré-pastejo; ³ Primavera; ⁴ Verão; ⁵ Outono.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 7, pode-se inferir que para que haja melhor utilização durante o período das águas, o Capim-mombaça deve ser manejado com alturas de pré-pastejo entre 80 e 90 cm e de pós-pastejo entre 45 e 50 cm.

Barbosa (2018) avaliou o ganho médio diário, a taxa de lotação e o ganho de peso por área em pastos de Capim-mombaça com doses de 100, 200 e 300 kg/ha de N. As alturas de pré e pós-pastejos foram às sugeridas acima. O autor observou aumentos crescentes no ganho médio diário (0,515, 0,610 e 0,680 kg/animal), na taxa de lotação (2,9, 4,6 e 5,3 UA/ha), e no ganho de peso vivo por área (835, 1240 e 1655 kg/ha/ano) em respostas às doses de N avaliadas. Ressalte-se que a utilização do manejo do pastejo correto e adubação de manutenção de 200 e 300 kg/ha de N promoveu um aumento, respectivamente, de 60 e 120% para produção por área (kg/ha/ano) em relação aos resultados para essa cultivar apresentados na Tabela 6.

Pastos de Capim-mombaça com 45-50 cm de altura, no fim do período das águas, apresentam massa de forragem suficiente para manter, por todo período seco, em torno de 1,5 UA/ha (Araujo et al., 2017); ao mesmo tempo em que podem assegurar valor nutritivo capaz de proporcionar ganho médio diário de 0,250 kg/animal. Esses autores, também, testaram dois tipos de suplementos: sal proteinado (44% PB e 68%NDT), e concentrado energético-proteico (24%PB e 78%NDT),

fornecidos nas quantidades de 0,15 e 0,6% do peso vivo. Neste caso os ganhos médios diários foram de 0,460 e 0,770 kg/dia, respectivamente. Silva (2015), também, mostrou que foi possível manter 1,5 UA/ha, em pastos de capim-mombaça, com 45-50 cm de altura, no fim do período das águas, quando os animais foram suplementados com um sal proteinado (40% PB e 68%NDT) e concentrado energético-proteico (31% PB e 78%NDT), fornecido nas quantidades de 0,25 e 1% do peso vivo, os ganhos médios diários foram de 0,550 e 1,000 kg/dia, respectivamente.

Perspectivas

A crescente tecnificação dos sistemas pecuários observada no Brasil nas últimas décadas em função, dentre outros fatores, do aumento de preço das terras, expansão de áreas de lavouras como soja, milho e cana de açúcar e restrição à abertura de novas fronteiras agrícolas, tem promovido a substituição de pastagens naturais e pastagens degradadas por pastagens cultivadas com maior capacidade de suporte e melhor qualidade nutricional. Neste sentido, o potencial de produção de forragem da espécie *P. maximum* e seu bom valor nutritivo a colocam como uma das principais opções forrageiras para sistemas intensivos de produção animal. Sua propagação por sementes facilita sua implantação frente a outras gramíneas também de bom potencial produtivo e alto valor nutritivo como os *Cynodons* e *Pennisetum purpureum*.

Além disso, sua ampla adaptação climática e sua tolerância a cigarrinha das pastagens, principal praga de pastagens, favorece seu cultivo em diversas regiões do Brasil. Como exemplos, há relatos de que a cv. BRS Zuri está sendo indicada por persistir nos solos que acumulam água no Acre, a cv. Massai está se sobressaindo em solos menos férteis no Cerrado e está persistindo em alguns solos secos do Nordeste, onde as cultivares de braquiária não sobrevivem. Isto amplia o potencial de utilização da espécie, além da possibilidade de seleção e melhoramento quanto a tolerância à climas mais secos e a solos menos férteis. Por outro lado, a espécie também tem alta adaptação ao clima mais frio e às geadas do sul do País, podendo ser usada como forrageira de verão que persiste aos invernos. Como exemplo, temos a cv. Gatton que é amplamente utilizada no Norte frio e seco da Argentina, além da cv. Aruana já usada no Sul do Brasil. Estes exemplos servem para demonstrar o potencial de adaptação da espécie e trabalhos de melhoramento já estão sendo realizados na Embrapa.

Grandes avanços foram obtidos nos últimos anos com ferramentas de biotecnologia, como exemplo, a genotipagem por sequenciamento (*GBS*), e essas serão cada vez mais importantes para o futuro do melhoramento da espécie. Exemplos aplicados de uso destas ferramentas são os marcadores moleculares do tipo microssatélites desenvolvidos para comprovar a identidade das cultivares no mercado, evitando assim a pirataria na comercialização de sementes; um marcador do tipo SCAR vem sendo utilizado na Embrapa para diferenciar o modo de reprodução dos híbridos em tempo curto e com 96% de eficiência; um mapa genético da espécie obtido a partir de centenas de SNPs em uma população de mapeamento irá ajudar no entendimento da herança de várias características e na descoberta de outros marcadores para a seleção assistida (Deo et al. 2020); e a seleção genômica que pode levar a ganhos adicionais no programa de seleção recorrente da espécie em menor espaço de tempo (Lara et al. 2019).

O uso de sensoriamento remoto e técnicas de inteligência artificial também podem impactar o melhoramento da espécie por meio da viabilização da fenotipagem em larga escala, que visa o aumento da eficiência de seleção pela automação de processos laboriosos, caros e imprecisos. Trabalhos iniciais comprovaram uma correlação de 0,88 entre as imagens de drones e a produção de biomassa verde dos genótipos (Castro et al., 2020). Outros estudos vêm sendo conduzidos para outras características não somente com uso de drones, mas também com o uso de outras plataformas de coleta de imagens como câmeras de celulares.

Ressalta-se ainda que a evolução nos estudos morfofisiológicos de gramíneas forrageiras observada nos últimos anos tem refinado as práticas de manejo do pastejo, potencializando o uso de pastagens, sobretudo aquelas formadas com capins de crescimento cespitoso como o *P. maximum*.

Portanto, muito se pode esperar para o futuro com cultivares cada vez mais produtivas, adaptadas e robustas. Consequentemente, espera-se um aumento na participação das cultivares de *P. maximum* nos sistemas de produção animal a pasto no Brasil.

Agradecimento

Os autores agradecem ao Melhorista Vegetal e pesquisador da Embrapa Gado de Corte Dr. Mateus Figueirêdo Santos, pelas contribuições e revisão do texto.

Referências bibliográficas

Athenagro – A evolução das áreas de pastagens no Brasil. Disponível em: www.rallydapecuaria.com.br/node/1366. Acesso em 11/11/2020.

Alvarenga, C.A.F.; Euclides, V.P.B.; Montagner, D.B.; Sbrissia, A.F.; Barbosa, R.A.; Araújo, A.R. Animal performance and sward characteristics of Mombaça guineagrass pastures subjected to two grazing frequencies. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, v. 8, p. 1-10, 2020.

Araújo, I.M.M.; Difante, G. S.; Euclides, V.P.B. et al. Animal performance with and without supplements in Mombaça Guinea grass pastures during dry season. *Journal of Agricultural Science*, v. 9, p. 145-154, 2017.

Barbosa, L.F. Acúmulo de forragem e desempenho animal em pastos de capim-mombaça sob doses de nitrogênio e pastejo intermitente. 2018. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UFGD – Dourados, MS.

Barbosa, P.L. Canopy characteristics and tillering in ‘Zuri’ guineagrass pastures in response to grazing frequency and severity. 2020. Tese (*Doutorado em Ciência Animal e Pastagens*) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020. 75p.

Barbosa, R.A.; Nascimento Jr., D.; Euclides, V.P.B. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, p. 329-340, 2007.

Braga, G.J.; Maciel, G.A.; Guimarães Jr., R. et al. Performance of young Nelore bulls on guineagrass pastures under rotational stocking in the Brazilian Cerrado. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, v.7, p.214-222, 2019.

Bodgan, A.V. 1977. *Panicum maximum*. In: BOGDAN, A.V. Tropical pasture and fodder plants. London: Longman, 1977. p.181-191.

Braga, G.J.; Mello, A.C.L.; Pedreira, C.G.S. et al. Fotossíntese e taxa diária de produção de forragem em pastagens de capim-tanzânia sob lotação intermitente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, p. 84-91, 2009.

Brâncio, P.A., Nascimento JR., D., Euclides, V.P.B. et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: composição da dieta, consumo de matéria seca e ganho de peso animal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.5, p.1037-1044, 2003.

Brougham, R.W. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 7, p. 377-387, 1956.

Candido, M. J. D.; Gomide, C.A.M.; Alexandrino, E. et al. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, p.406-415, 2005.

Cantarutti, R. B.; Martins, C. E.; Carvalho, M. M.; et al. Pastagens. In: R. A. C.; G, P. T. G.; A. V., V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação). Viçosa, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.332-41

Carnevali, R.A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. 2003. Tese (*Doutorado em Ciência Animal e Pastagens*) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

Carnevali, R.A.; Da Silva, S.C. Bueno, A.A.O. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Tropical Grasslands*, v. 40, p. 165-176, 2006.

Carvalho, A.L.S.; Martuscello, J.A.; Almeida, O.G. et al. Production and quality of Mombaça grass forage under different residual heights. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 39, p. 143-148, 2017.

Castagnara, D. D.; Zoz, T., Krutzmann, A. et al. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. *Semina: Ciências Agrárias*, v.32, p.1637-1648, 2011.

Castro, W.; Marcato Jr, J.; Polidoro, C.; et al. Deep learning applied to Phenotyping of Biomass in Forages with UAV-Based RGB Imagery. *Sensors*, v. 20, p. 4802- ?, 2020.

Chambela Neto, A. Produção, qualidade da forragem e desempenho de vacas em pastagens de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, submetidas a intervalo de desfolha fixo ou em função da interceptação luminosa. 2011. 68 f. Tese (*Doutorado*) - UENF, 2011.

Chase, A. Grasses of Brazil and Venezuela. *Agriculture in the Americas*. v.4, p.123-126, 1944.

Combes, D.; Pernès, J. Variations dans le nombres chromosomiques du *Panicum maximum* Jacq. en relation avec le mode de reproduction. *Comptes Rendues Academe des Science Paris*, v.270 p.782-785. 1970.

Da Silva, S.C. & Nascimento Jr., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 122-138, 2007.

Da Silva, S.C. & Pedreira, C.G.S. Fatores condicionantes e predisponentes da produção animal a pasto. In: Simpósio Sobre o Ecossistema de Pastagens, 3., 1997, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal, SP: UNESP, 1997. p. 1-62.

Da Silva, S.C.; Bueno, A.A.O.; Carnevalli, R.A. et al. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. *Scientia Agricola*, v. 66, p. 8-19, 2009.

Deo, T.G.; Ferreira, R.C.U.; Lara, L.A.C. et al. High-Resolution linkage map with Allele Dosage Allows the Identification of Regions Governing Complex Traits and Apospory in Guinea Grass (*Megathyrus maximus*). *Frontiers in Plant Science*, v. 11, p. 1-20, 2020.

Difante, G.S., Nascimento JR., D., Euclides, V.P. et al. Sward structure and nutritive value of tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.9-19, 2009.

EMBRAPA GADO DE CORTE. Capim-massai (*Panicum maximum* CV. Massai): alternativa para diversificação de pastagens. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 5p. (Embrapa Gado de Corte. *Comunicado Técnico*, 69).

EMBRAPA GADO DE CORTE: Campo Grande< MS disponível : <https://www.embrapa.br/gado-de-corte/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1309/panicum-maximum--brs-zuri>, Folder 2014.

Emerenciano Neto, J.V.; Difante, G.S., Montagner, D.P. et al. Características estruturais do dossel e acúmulo de forragem em gramíneas tropicais, sob lotação intermitente e pastejada por ovinos. *Bioscience Journal*, v. 29, p. 962-973, 2013.

Euclides, V.P.B., Macedo, M.C.M., Zimmer, A.H. et al. Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.18-26, 2008.

Euclides, V.P.B., Thiago, L.R.L.S., Macedo, M.C.M. et al. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, p.1177-1185, 1999.

Euclides, V.P.B.; Carpejani, G.C.; Montagner, D.B. et al. Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaca) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. *Grass and Forage Science*. v. 1, p.1-9, 2017.

Euclides, V.P.B.; Costa, F.P.; Macedo, M.C.M. et al. Eficiência biológica e econômica de pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.1345-1355, 2007.

Euclides, V.P.B.; Montagner, D.B.; Difante, G.S. et al. Sward structure and livestock performance in guinea grass cv. Tanzania pastures managed by rotational stocking strategies. *Scientia Agricola*, v. 71, p. 451-457, 2014.

- Fonseca, D.M.; Martuscello, J.A. A importância das forrageiras no sistema de produção. In: Fonseca, D.M.; Martuscello, J.A. (2ª Ed.) Plantas Forrageiras. Viçosa: Editora UFV, 2022, p.9-22.
- Freitas, C.A.S. Valor nutritivo, produção de leite e dinâmica de serapilheira em pastos de *Megathyrus maximus*. 2019. 99p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – UFV – Viçosa, MG.
- Fukumoto, N.M., Damasceno, J.C., Deresz, F. et al. Produção e composição do leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob lotação rotacionada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.7, p.1548-1557, 2010.
- Gomide, C. A. M.; Gomide, J. A.; Alexandrino, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.1487-1494, 2007.
- Gomide, C.A.M. Características morfofisiológicas relacionadas ao manejo do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) 2001. 190p., Tese (Doutorado em Zootecnia) – UFV – Viçosa, MG.
- Gomide, J.A.; Gomide, C.A.M. Morfofisiologia de gramíneas forrageiras. In: Reis, R.A.; Bernardes, T.F.; Siqueira, G.R. (Ed.) *Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros*. 1ª ed. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2013, v. 1, p.31-50, 2013.
- Gonçalves, C. A.; Dutra, S.; Rodrigues Filho, J. A. Produção de leite em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tobiata sob níveis de suplementação de concentrado no nordeste paraense, Brasil. *Pasturas Tropicales*, v.25, p.2-11, 2003.
- Gontijo Neto, M.M., Euclides, V.P.B., Nascimento JR. et al. Consumo e tempo diário de pastejo por novilhas Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.60-66, 2006.
- Hack, E. C.; Bona Filho, A.; Moraes, A. et al. Características estruturais e produção de leite em pastos de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetidos a diferentes alturas de pastejo. *Ciência Rural*, v.37, p.218-222, 2007.
- Hodgson, J. *Grazing management—science into practice*. Essex, England, Longman Scientific & Technical, 1990. 203p.
- Hojito, S.; Horibata, T. Plant exploration, collection and introduction from Africa. In: Nekken Shiryo 58. Tropical Agriculture Research Center. Japan. p.1-120. 1982.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo Agropecuário. Rio de Janeiro., RJ, 2019. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017> > Acesso em: 11/11/2020.

Jank, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: Tema: O capim colômbio, 12., 1995, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1995. p.21-58.

Jank, L., Andrade, C.M.S., Barbosa, R.A. et al. O capim-BRS Quênia (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2017. 18p. (Embrapa Gado de Corte. *Comunicado Técnico*, 138).

Jank, L.; Martuscello, J.A.; Euclides, V.P.B. et al. *Panicum maximum*. In: Fonseca, D.M.; Martuscello, J.A. (2ª Ed.) Plantas Forrageiras. Viçosa: Editora UFV, 2022, p.122-164.

Lara, L.A. de C.; Santos, M.F.; Jank, L. et al. Genomic selection with allele dosage in *Panicum maximum* Jacq. *G3-Genes Genomes Genetics*, v. 9, p. 2463-2475, 2019.

Lassey, K.R. Livestock methane emission: From the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.142, p.120-132, 2007.

Lima, M. L. P. et al. Concentração de nitrogênio uréico plasmático (NUP) e produção de leite de vacas mestiças mantidas em gramíneas tropicais sob pastejo rotacionado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, p.1616-1626, 2004.

Malaviya D.R. Distribution of morphological diversity among germplasm lines of *Panicum maximum* Jacq. *Indian Journal of Plant Genetic Resources*, v. 9, p. 193-196, 1996.

Martha Junior, G. B.; Alves, E.; Contini, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. *Agricultural Systems*, v.110, p.173-177, 2012.

Martuscello, J.A.; Almeida, O.G., Jank, L. et al. Gestão do manejo de gramíneas da espécie *Panicum maximum*. Anais...SIMPRUPASTO. 2020.

Mello, A.C.L.; Pedreira, C.G.S. Respostas morfológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, p. 282-289, 2004.

Oliveira, A. G.; Oliveira, V.S.; Santos, G.R.A. et al. Desempenho de vacas leiteiras sob pastejo suplementadas com níveis de concentrado e proteína bruta. *Semina: Ciências Agrárias*, v.35, p.3287-3304, 2014.

Paciullo, D.S.C., Gomide, C.A.M., Castro, C.R.T. et al. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rate. *Grass and Forage Science*, v.72, p.590-600, 2017.

Pacuillo, D.S.; Gomide, C.A.M. As contribuições de *Brachiaria* e *Panicum* para pecuária de leite. In: Vilela, D.; Ferreira, R.P.; Fernandes, E.N. et al. Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa, p.167-186, 2016.

Parsons, J.J. Spread of African Pasture Grasses to the American Tropics. *Journal of Range Management*, v.25, p.12-17, 1972.

Pedreira, B.C.; Pedreira, C.G.S.; Da Silva, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, p. 281-287, 2007.

Penati, M. A. Estudo da produção animal e desempenho do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) em um sistema rotacionado de pastejo sob irrigação em três níveis de resíduo pós-pastejo. 2002. 117 f. (Tese de Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 2002.

Pereira, L.E.T.; Nishida, N.T.; Carvalho, L.T. et al. Recomendações para correção adubação de pastagens tropicais. FZEA/USP, Pirassununga, SP, 56p., 2018.

Pereira, M.G. Produção e qualidade da forragem de cultivares de *Panicum maximum* implantadas no Semiárido brasileiro. 2020. 64f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – UFRN – Macaíba, RN.

Pezzopane, J.R.M.; Santos, P.M.; Evangelista, S.R.M. et al. *Panicum maximum* cv. Tanzânia: climate trends and regional pasture production in Brazil, *Grass and Forage Science*, v.72, p. 104-117, 2016.

Porto, P.P., Deresz, F., Santos, G.T. et al. Produção e composição química do leite, consumo e digestibilidade de forragens tropicais manejadas em sistema de lotação intermitente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.1422-1431, 2009.

Ramakrishnan P., Babu C., Iyanar K. et al. Assessment of genetic diversity in Germplasm of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.). *Indian Journal of Agricultural Research*, v. 53, p.343-347, 2019.

Ramos, A.K.B., Carvalho, M.A., Fonseca, C.E.L. et al. Produção de Forragem e Valor Nutritivo de Híbridos de *Panicum maximum* Jacq. em Resposta à Adubação. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2019. 18p. (Embrapa Cerrados. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 353).

Ribeiro, E.G.; Fontes, C.A.A.; Palieraqui, J.G.B. et al. Influência da irrigação durante as épocas seca e chuvosa na taxa de lotação, no consumo e no desempenho de novilhos em pastagens de capim-elefante e capim-mombaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. 1546-1554, 2008.

- Rodrigues, R. Flexibilidade de manejo em pastos de capim-mombaça. 2020. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2020.
- Santos P.M.; Vinholis, M.M.B.; Dias-Filho, M.B. et al. Produção animal no Brasil: caracterização, simulação de cenários para pastagens e alternativas de adaptação às mudanças climáticas. Embrapa Pecuária Sudeste, 99p. 2015. (Série Documentos 119).
- Santos, A. L. et al. Efeito do dia de ocupação sobre a produção leiteira de vacas mestiças em pastejo rotacionado de forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, p.1051-1059, 2005.
- Savidan, Y.H. ; Jank, L.; Penteado, M.I.O. Introdução, avaliação e melhoramento de plantas forrageiras tropicais no Brasil: novas propostas de *Modus operandi*. Campo Grande, MS: Embrapa CNPGC, 1985 (Série Documentos 24).
- Savidan, Y.H.; Jank, L.; Costa, J.C.G. et al. Breeding *Panicum maximum* in Brazil: 1. Genetic resources, modes of reproduction and breeding procedures. *Euphytica*, Wageningen, v.41, p.107-112. 1989.
- Silva, C.S. Recria de bovinos de corte em pasto durante o período seco. 2015. 49f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UFGD – Dourados, MS.
- Simon, B.K., Jacobs, S.W.L. *Megathyrsus*, a new generic name for *Panicum* subgenus *Megathyrsus*. *Austrobaileya*, v. 6, p. 571-574. 2003.
- Souza, J.S. Estratégia de manejo de capim-massai pastejado por ovinos sob lotação intermitente. 2016. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Rio Grande do Norte, 2016.
- Tesk, C.R.; Cavalli, J.; Pina, D.S. et al. Herbage responses of Tamani and Quênia guineagrasses to grazing intensity. *Agronomy Journal*, v.112, p. 2081-2091, 2020.
- Valle, C.B.; Simeão, R.M.; Barrios, S.C.L. Seleção e melhoramento de plantas forrageiras. In: Reis, R.A.; Bernardes, T.F.; Siqueira, G.R. (Ed.) Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros. 1ª ed. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2013, v. 1, p. 349-366.
- Valote, P.D.; Carvalho, C.A.B.; Freitas, C.A.S. et al. Forage mass and canopy structure of Zuri and Quênia guineagrasses pasture under rotational stocking. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 50, e20200225, 2021.
- Wouw, M. Van De, Jorge, M.A., Hanson, J. Characterization of perennial *Panicum* species. *Tropical Grasslands*, v. 42, p. 40-53, 2008.

5

Capim-elefante, opção forrageira de alta produtividade

Rayanne Thalita de Almeida Souza¹

Mércia Virginia Ferreira dos Santos^{1,3}

Pedro Henrique Ferreira da Silva¹

Geane Dias Gonçalves²

Márcio Vieira da Cunha¹

Introdução

O Capim-elefante (*Cenchrus purpureus* Schum. Syn. *Pennisetum purpureum* Schum.) é uma planta perene, de crescimento cespitoso e que forma grandes touceiras (Jank et al., 2013). Esta gramínea forrageira destaca-se pela elevada produtividade e bom valor nutritivo quando manejada adequadamente ou conforme a cultivar (Silva et al., 2021a).

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco

² Universidade do Agreste de Pernambuco

³ Bolsista de produtividade do CNPq

Além disso, a espécie apresenta características morfofisiológicas que proporcionam elevada persistência ao corte ou pastejo sob lotação rotacionada (Silva et al., 2021b).

A ampla variabilidade genética do Capim-elefante é um dos motivos do seu sucesso na pecuária brasileira e mundial (Pereira et al., 2017), fator que permite a seleção de genótipos com características desejáveis, dependendo do objetivo, nível tecnológico do produtor rural ou do sistema de produção utilizado (Silva et al., 2016). Desta forma, as variedades são classificadas em cinco grupos morfológicos bem-definidos: Cameroon, Napier, Merker, Anão e Híbridos específicos. Estes grupos apresentam diferenças em seus aspectos morfológicos, produtivos e nutricionais que são importantes para o manejo e utilização da espécie (Pereira, 1993).

O Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), em parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), apresenta uma grande diversidade de genótipos desta forrageira. O principal objetivo destas pesquisas se concentra na seleção de cultivares com maior resistência as variações climáticas, principalmente, baixas precipitações pluviais, associado as características desejáveis para o aumento e manutenção da produção animal. Através dos estudos, destaca-se que os genótipos apresentam variações genéticas diferenciadas, quanto as características morfológicas, reprodutivas, químicas e agronômicas (Silva et al., 2021a; Souza et al., 2021). De acordo com Freitas et al. (2019), a seleção de novos genótipos tem apresentado maior produtividade e valor nutritivo, o que pode levar a uma maior oferta de forragem para os animais.

Neste capítulo, serão abordados os principais aspectos que caracterizam as principais cultivares de Capim-elefante, opção forrageira relevante pela sua alta produtividade e muito utilizada pelo produtor rural.

Histórico

O Capim-elefante pertence à família Poaceae, grupo Paniceae da subfamília Panicoideae e é intimamente relacionado com os gêneros *Cenchrus* e *Setaria* (Robert et al., 2011). Inclui aproximadamente 140 espécies (Brunken, 1977) distribuídos em regiões tropicais e subtropicais. Stapf e Hubbard (1934) sugerem a classificação de *Pennisetum* com base em caracteres morfológicos, divide o gênero em cinco seções: *Penicillaria*, *Brevivalvula*, *Gymnothrix*, *Heterostachya* e *Eu-Pennisetum*. A seção *Penicillaria* abrange o Milheto (*Pennisetum glaucum* ssp. *glaucum*), seu parente

silvestre *P. glaucum* ssp. *monodii*, e o Capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) (Figura 1), espécies de maior importância econômica do gênero *Pennisetum*.



Figura 1. Capim-elefante cv. Gramafante (*Cenchrus purpureus* Schum. Syn. *Pennisetum purpureum* Schum. cv. Gramafante), coleção de plantas forrageiras, Departamento de Zootecnia da UFRPE-Sede, Janeiro de 2022.

As indicações sobre a origem e distribuição natural de Capim-elefante domesticado são muito importantes, porém ainda muito tênue e indiretas. De acordo com os estudos de Brunken (1977) e Robert et al. (2011), a origem e centro de domesticação deste gênero ocorreram ao longo das regiões Sahelianas e úmidas da África (Figura 2).

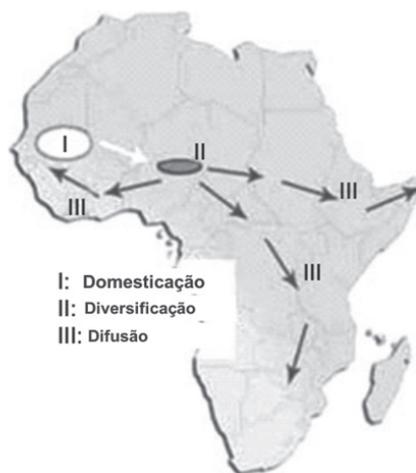


Figura 2. Hipótese mais provável para a domesticação e difusão do gênero *Pennisetum* na África. (I) uma domesticação primária na África Ocidental; (II) centro de diversificação secundária (variedades tardias podem ser originárias deste centro); (III) difusão de novas variedades precoces e tardias.

Fonte: Adaptado de Robert et al. (2011).

Especificamente, o Capim-elefante tem seu centro de diversidade que vai desde Guiné, a oeste, até Moçambique e Sul do Quênia, a leste, incluindo Angola e Zimbábue, ao Sul, foi reconhecida como uma valiosa cultura forrageira no início do século XX pelo Coronel Napier, sendo introduzida na maior parte dos trópicos úmidos do mundo (Gonzalez e Menezes, 1982; Brunken, 1977). Quando em 1920 foi introduzido no Brasil, especificamente no estado de São Paulo, através de mudas dos genótipos Mercker (Elefante B) e Napier (Elefante A) trazidas de Cuba, propagando-se posteriormente para os outros estados do Brasil (Veiga et al., 1985).

Estudos morfológicos e filogenéticos moleculares da gramínea da subfamília *Panicoideae* mostraram que *Pennisetum* e *Cenchrus* são gêneros intimamente relacionados dentro da tribo *Paniceae* (Donadio et al., 2009). É caracterizada pela presença de cerdas ou cerdas nas inflorescências, derivadas ramos de meristemas das inflorescências (Chemisquy et al., 2010). Segundo os autores, *Pennisetum* não se distingue claramente de *Cenchrus*, e várias espécies que agora estão incluídas no gênero *Cenchrus* foram anteriormente atribuídas ao gênero *Pennisetum*, em

função desta fusão deu-se a mudança no nome científico de *Pennisetum purpureum* Schumach. para *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone, porém ainda é utilizado o basionímo original, que é preservado mesmo quanto o status taxonômico é alterado.

Entre as instituições de pesquisa que tem se dedicado ao estudo do Capim-elefante no Brasil, e seus híbridos específicos obtidos com o cruzamento do Capim-elefante com o Milheto, destaca-se a Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora/MG. Da mesma forma, outras instituições importantes do país têm programas de melhoramento do Capim-elefante, como por exemplo o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), que possui um banco ativo de germoplasma com aproximadamente 500 acessos (Lira et al., 2010).

Aspectos botânicos, fisiológicos e morfológicos

O Capim-elefante é caracterizado principalmente por sua inflorescência do tipo panícula, em formato de espiga, com espiguetas contraídas em eixos, com pedicelos persistentes, cercados por involúcros com cerdas. Os involúcros, livres na base, variam de glabro a plumoso, com espiguetas sésseis ou pediceladas. As espiguetas apresentam formato lanceolados a oblongo, agudo para obtuso; as glumas são hialinas ou membranosas e, muitas vezes desiguais (Watson e Dallwitz, 1992).

O fruto é principalmente oblongo e dorsal comprimido, ou ovoide. A Figura 3 mostra as diferenças nas inflorescências de diferentes espécies do gênero *Pennisetum*. Em relação ao capim-elefante, é um produtor de flores inconsistente e raramente desenvolvem sementes. Quando as sementes são produzidas elas são frequentemente pouco viáveis (Freitas et al., 2010). Por isso, o principal meio de propagação é vegetativo, utilizando normalmente pedaços de colmo.

De acordo com a descrição botânica de Carvalho (1985), esta espécie possui hábito de crescimento cespitoso e raízes rizomatosas. A altura da planta varia de acordo com o porte da planta, podendo ser do tipo anão, com os entrenós curtos, ou com porte alto, com entrenós mais espaçados. Os colmos são cilíndricos, lisos e cheios com nós proeminentes, lígula curta e ciliada.

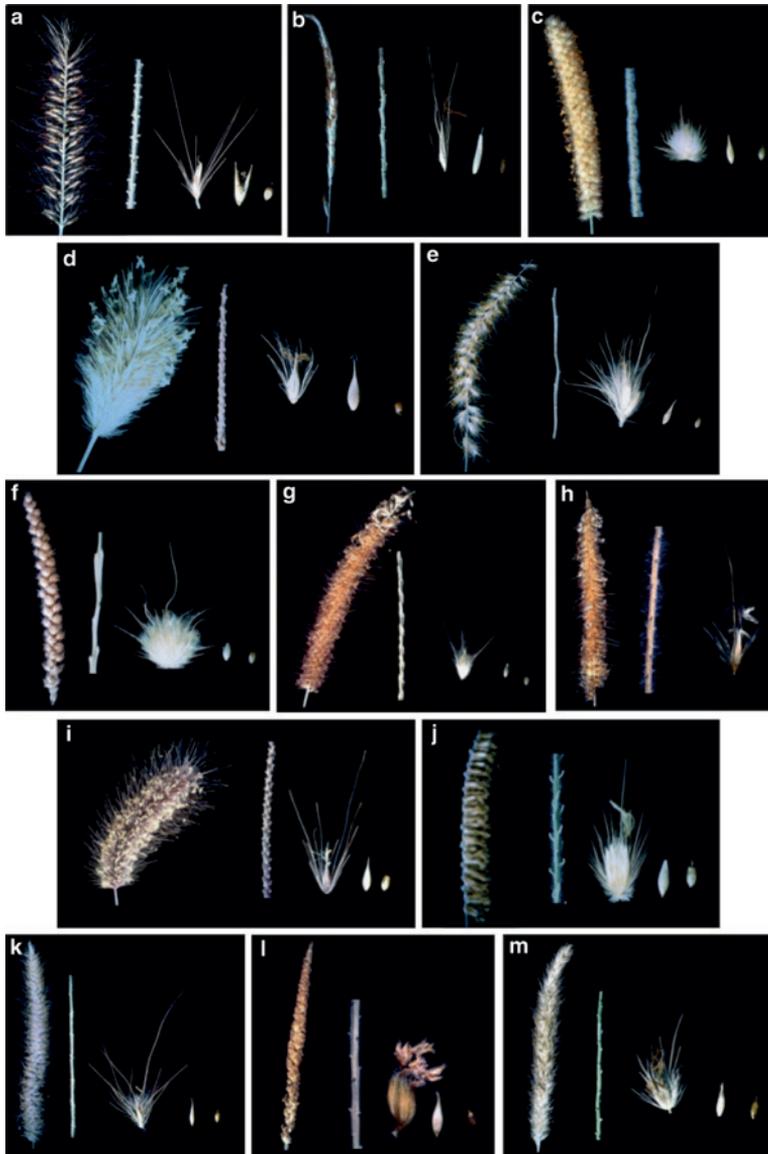


Figura 3. Algumas das espécies de *Pennisetum* estudadas (espiga, raque e espiguetas): *P. alopecuroides* (a); *P. hohenackeri* (b); *P. mollissimum* (c); *P. mezianum* (d); *P. orientale* (e); *P. pedicelatum* (f); *P. polystachyon* (g); *P. purpureum* (h); *P. ramosum* (i); *P. schweinfurthii* (j); *P. setaceum* (k); *P. squamulatum* (l); e *P. villosum* (m).

Fonte: Robert et al. (2011).

Existem basicamente duas variantes de coloração foliar e caulinar no capim-elefante, variando do verde pálido ao roxo (Animasaun et al., 2015). É de grande importância para agricultura tropical, morfológicamente descrita por ser uma planta robusta, invasiva, perene e que pode ser cultivada sob uma ampla gama de condições ambientais e sistemas de cultivo (Animasaun et al., 2018). O rendimento de matéria seca pode superar o de outras gramíneas tropicais (Multimura et al., 2017).

O Capim-elefante é reconhecido como uma das forrageiras de maior potencial de produção de biomassa (Silva et al., 2021b) e por apresentar um alto valor nutritivo (Souza et al., 2021), resultante da combinação de vários fatores, como eficiência de interceptação luminosa, fotossintética, no uso da água e de absorção de nutrientes, armazenamento de carboidratos de reserva e capacidade de rebrota (Dubeux Jr e Mello, 2010). Apresenta características anatômicas importantes, que refletem seu metabolismo fotossintético C_4 e adaptação a regiões de clima tropical (Yamori et al., 2013). A anatomia Kranz proporciona maior eficiência nas trocas gasosas e assimilação de CO_2 , mas também leva ao aumento da concentração de tecidos lignificados e de reduzida digestibilidade como o esclerênquima, o xilema e a bainha vascular (Wilson e Mertens, 1995; Jung e Allen, 1995).

Dentre os cultivares de Capim-elefante, o cultivar Mott, do grupo anão, (Figura 4) foi selecionado a partir de uma população de progênies autofecundadas da cultivar Merkeron, na Geórgia, Estados Unidos, por apresentar entrenós mais curtos e relação folha/colmo superior à dos cultivares tradicionais (Veiga et al., 1985), característica que resulta em melhor qualidade da forragem produzida em relação aos cultivares de porte alto (com entrenós mais espaçados) (Souza et al., 2021). Diante desta informação, os genótipos de porte baixo necessitam de maior tempo para a elevação do meristema apical, o que resulta em perda mais lenta de valor nutritivo ao longo do tempo, quando comparado aos de porte alto, sendo, portanto, mais adaptados ao pastejo (Silva et al., 2009).



Figura 4. Capim-elefante cv. Mott (*Cenchrus purpureus* Schum. Syn. *Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott), Departamento de Zootecnia da UFRPE-Sede, Janeiro de 2022.

Em função das diferenças morfológicas de rendimento em genótipos de Capim-elefante (Cunha et al., 2011), os de porte alto produzem maior quantidade de forragem, em função da maior proporção de colmos na massa de forragem total (Wangchuk et al., 2015).

Silva et al. (2008a) avaliaram durante cinco cortes os genótipos de *Pennisetum* IRI 381, Elefante B, Venezuela A.D., Hexaplóide (híbrido com Milheto), HV-241 (híbrido com Milheto) em Itambé, Pernambuco. Os autores mostraram que a variável altura de planta apresenta correlações fenotípicas e genotípicas positivas e significativas com a produção de matéria seca ($r = 0,912$; $r = 1,000$), indicando que plantas de maior porte são mais produtivas. Os mesmos autores observaram ainda que o número de perfilhos apresentaram correlação fenotípica e genotípica negativa com as variáveis produção de matéria seca ($r = -0,5530$; $r = -0,4859$), altura da planta ($r = -0,6060$; $r = -0,6362$) e número de folhas por perfilho ($r = -0,5680$; $r = -0,7954$), indicando que quanto menor for o porte da planta, mais a planta perfilha, porém com menor número de folhas por perfilho e conseqüentemente, menor será a produção de matéria seca.

Obok et al. (2012) encontraram significativa e forte correlação positiva entre a altura da planta e rendimento de matéria seca ($r = 0,780$), em híbridos interespecíficos de Capim-elefante com Milheto.

Características morfofisiológicas e produtivas de cinco genótipos de Capim-elefante de porte baixo (Taiwan A-146 2.27, Taiwan A-146 2.37, Taiwan A-146 2.114, Merker México MX 6.31 e Mott) sob pastejo foram avaliadas por Viana et

al. (2009). Foi observado que os clones Taiwan A-146 2.114 e Taiwan A-146 2.37 (Figura 5) se destacaram com os maiores e os menores valores de índice de área foliar, respectivamente. Quanto aos valores de índice de área foliar crítico (que é o momento em que a interceptação luminosa do dossel chegou aos 95%), os autores encontraram quando a altura das plantas chegou a um valor médio de 95 cm.



Figura 5. Capim-elefante 'Taiwan A-146 2.37' (*Cenchrus purpureus* Schum. Syn. *Pennisetum purpureum* Schum. Taiwan A-146 2.37), Estação Experimental de Cana-de-açúcar de Carpina da UFRPE, Maio de 2019.

Características estruturais e morfológicas de genótipos de *Pennisetum* sob pastejo no período seco foram avaliadas por Cunha et al. (2007) e observaram que os genótipos apresentaram diferentes densidades de perfilhos basais e aéreos, predominando os aéreos em todos os materiais avaliados (Figura 6).

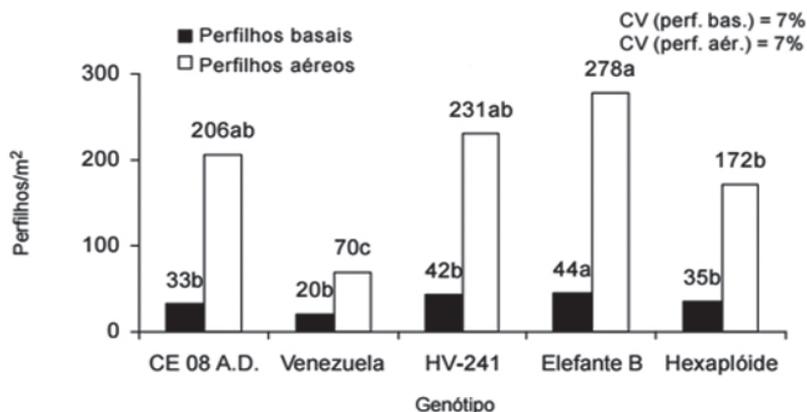


Figura 6. Densidade de perfilhos em genótipos de *Pennisetum* sp. no pré-pastejo. Fonte: Adaptado de Cunha et al. (2007).

Aspectos de cultivo

Das gramíneas forrageiras mais cultivadas no mundo, o Capim-elefante, espécie alógama e protogínica se destaca por possuir um germoplasma altamente heterozigoto, apresentando alta variabilidade, provocando diferenças nas características morfológicas e produtivas nos diversos genótipos e híbridos (Silva et al., 2008b). Sua propagação é feita usualmente por via vegetativa como forma de fixação de características de interesse em determinado genótipo, em função da baixa germinação das sementes e desuniformidade na população de plantas originárias via semente (Xavier et al., 1993).

Através de mudas enraizadas, colmos inteiros (desfolhados ou não) e colmos fracionados com pelo menos três a quatro gemas de plantas em pleno desenvolvimento vegetativo com 90 a 120 dias de crescimento, plantados em sulcos ou covas, em sistema de plantio “pé com ponta” (Figura 7), para garantir uma maior uniformidade na brotação quando da formação da pastagem, já que as gemas da base do colmo são mais velhas, porém contém maior concentração de carboidratos de reserva do que as gemas da ponta (Mello et al., 2010).



Figura 7. Detalhe da distribuição de colmos do Capim-elefante no plantio, Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns-PE. Abril, 2016.

Normalmente, o Capim-elefante é cultivado de forma exclusiva em capineiras ou pastagens. Em caso de manejo inadequado e falta de reposição de nutrientes do solo, podem ocorrer perdas de produtividade e perenidade da cultura ao longo do tempo (Reis et al., 2013). O consórcio do capim-elefante com leguminosas pode atenuar esses efeitos negativos, e a inclusão dessas plantas forrageiras no sistema pode aumentar o aporte de nitrogênio via serapilheira, transferência direta ou decomposição de raízes e micorrizas, além de aumentar o valor nutritivo da dieta com aumentos nos teores de PB e dos coeficientes de digestibilidade (Schultze-Kraft et al., 2018; Muir et al., 2019).

No Brasil, em particular, o consórcio de gramíneas tropicais como o Capim-elefante, com o Amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krap. e Greg.) tem sido adotado com sucesso (Crestani et al., 2013; Seibt et al., 2018). A propagação clonal do Amendoim forrageiro garante a sobrevivência de plantas mais jovens sob pastejo (Boddey et al., 2020). Além disso, por ser estolonífera, esta leguminosa tropical é pouco pastejada em um consórcio com o Capim-elefante (Andrade et al., 2016). Neste contexto, Vieira et al. (2019) observaram uma eficiência de pastejo de vacas leiteiras consideravelmente menor sobre o amendoim forrageiro (220 g kg^{-1}), do que sobre a cultivar Merkeron Pinda (547 g kg^{-1}), em pastagens consorciadas entre a leguminosa e a gramínea. A sobrevivência e persistência da leguminosa nesses consórcios é importante para garantir os ganhos econômicos e serviços ambientais para os sistemas de produção animal (Simonetti et al., 2019; Dubeux Jr et al., 2019).

De acordo com a forma de utilização do Capim-elefante, Dubeux Jr e Mello (2010) recomendam que a exploração da rebrota de perfilhos aéreos através

das gemas axilares seja a base do manejo de pastagens de capim-elefante, pois desse modo é possível modificar a arquitetura do dossel, a partir da exploração da velocidade de rebrota de perfilhos aéreos, que tem como característica a elevação mais tardia do meristema apical, que é preservado após o pastejo, contribuindo para a rápida recomposição e rebrota vigorosa da forrageira. O perfilhamento basal assume fundamental importância na renovação e expansão da touceira, além de ser a base da exploração do Capim-elefante sob corte.

Gomide (1973) reforça que uma das estratégias da planta para a rápida recuperação da área foliar do dossel após a desfolha abrange o estímulo ao aumento do perfilhamento, que permite que a planta tenha maior flexibilidade para adaptação a diferentes regimes de desfolha, e está diretamente relacionado com o manejo e forma de exploração desta espécie, como mencionado anteriormente. Desfolhas mais severas propiciam acentuada eliminação dos meristemas apicais dos perfilhos laterais, e com isso renovação e expansão da touceira, porém este tipo de manejo resulta em alongamento dos colmos mais rápida em função do estímulo ao perfilhamento basal (Rezende et al. 2008; Silva et al. 2010).

As perdas no pastejo são geralmente altas quando a oferta de forragem, a altura do dossel e a proporção de colmos são altas, conforme Pedreira et al. (2005), sendo indicado que a eficiência do pastejo e o acúmulo de forragem são inversamente relacionadas ao longo da estação de pastejo, onde a medida que avançou o período chuvoso (18,60% de perdas) para o início do período seco (6,40% de perdas), a produção de matéria seca foi diminuindo, assim como a altura das plantas e, consequentemente as perdas de forragem no pastejo.

Dez híbridos intraespecíficos de Capim-elefante com Milheto obtidos pelo programa de melhoramento genético de forrageiras da EMBRAPA Gado de Leite e os cultivares de capim-elefante Napier e Cameroon foram avaliados por Lima et al. (2007). Os autores observaram a influência da altura das plantas sobre a produção de matéria seca aos 56 dias de rebrota. Os genótipos CNPGL 92-79-02, BAG 66 e Cameroon se destacaram pelas maiores alturas de planta (2,40; 2,25; 2,27 m) e produções de matéria seca (13,50; 13,20; 14,50 t ha⁻¹), quando comparado aos demais genótipos. O contrário também foi observado no genótipo CNPGL 91-25-01, que apresentou a menor altura de planta (2,13 m) e produção de matéria seca (12,90 t ha⁻¹).

Os resultados de pesquisa obtidos nos últimos 20 anos reforçam os valores de produção esperados e variações, principalmente em função dos intervalos e intensidades de corte (Tabela 1).

Tabela 1. Produção de matéria seca (PMS) de variedades de Capim-elefante (*Cenchrus purpureus* Schum. Syn. *Pennisetum purpureum* Schum.) em trabalhos científicos conduzidos nos últimos 20 anos, sob corte (valores médios gerais de cada estudo).

Referência	Intervalo de corte (dias)	Intensidade de corte (cm)	PMS (kg MS ha ⁻¹)
Souza et al. (2021)	60	Ao nível do solo	5.610
Silva et al. (2021a)	68	Ao nível do solo	9.677
Cunha et al. (2011)	60	Ao nível do solo	5.171
Bhering et al. (2008)	105	Ao nível do solo	8.438
Tessema et al. (2010)	120	25	23.600
Budiman et al. (2012)	84	10	2.890
Vidal et al. (2017)	140	Ao nível do solo	23.105
Monção et al. (2020)	90	Ao nível do solo	10.798
Pereira et al. (2017)	365	Ao nível do solo	38.803

Quanto às estratégias de manejo para diminuir a estacionalidade de forragem nas épocas secas do ano, Souza et al. (2021) avaliaram genótipos de Capim-elefante sob corte na região Agreste de Pernambuco e observaram taxa de acúmulo de forragem de 120 kg ha⁻¹ dia⁻¹ quando irrigado e 75 kg ha⁻¹ dia⁻¹ sem irrigação, concluindo que a irrigação contribui para aumentar a produção de matéria seca por unidade de área.

Hanisch e Fonseca (2011) encontraram em pasto de capim-elefante cv. Pioneiro, pastejado a cada 40 dias, a 30 cm do solo, sob adubação mineral (N-P-K – 64-26,4-49,8 kg ha⁻¹) produção de matéria seca de 11.570 kg ha⁻¹ e 11.564 kg ha⁻¹ sob adubação orgânica com cama de aviário, podendo substituir de forma satisfatória a adubação mineral e permitindo que o pasto seja utilizado em um maior número de ciclos possível, visto que a presença de nutrientes e água no sistema acelera o metabolismo e conseqüentemente o crescimento da planta, que pode ser resolvido através da antecipação do ciclo, favorecendo o sistema de produção.

Aspectos de valor nutritivo, formas de utilização e desempenho animal

O Capim-elefante é caracterizado por apresentar alta produção de massa, além de bom valor nutritivo. No entanto, deve-se buscar genótipos que apresentem melhor eficiência, associado ao melhor manejo empregado. Isto porque quando a planta envelhece, ocorre o alongamento dos colmos e redução na relação folha/colmo e, conseqüentemente, decréscimo na sua qualidade.

Plantas forrageiras apresentam variação em seus valores nutricionais devido à uma série de diferenças em relação aos aspectos morfológicos, metabolismos fotossintéticos, características anatômicas e presença ou ausência de metabólitos secundários que tendem a reduzir o consumo e digestibilidade da forragem por parte dos animais (Lee, 2018). No entanto, no Brasil e em outras regiões tropicais do mundo, a composição química e a digestibilidade do capim-elefante já são bem documentadas e certos valores são esperados dentro de uma variação aceitável (Valadares Filho et al., 2016; Silva et al., 2021a, Souza et al., 2021).

Ao considerar a colheita das folhas ou da planta inteira com idades entre 30 e 90 dias, os teores de MS geralmente variam de 150 a 250 g kg⁻¹, a concentração de FDN entre 600 e 700 g kg⁻¹, a concentração de PB pode variar entre 90 e 120 g kg⁻¹ e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) pode variar de 550 a 650 g kg⁻¹ (Valadares Filho et al., 2016; Souza et al., 2017). Por outro lado, quando as plantas são colhidas com 120 dias ou mais, o valor nutritivo do Capim-elefante é bastante reduzido, como puderam observar Bonfá et al. (2015) e Machado et al. (2017) que colheram genótipos de capim-elefante com 150 e 120 dias de idade, respectivamente. Os resultados de pesquisa obtidos nos últimos 10 anos reforçam esses valores esperados e as variações observadas, principalmente em função do intervalo de corte (Tabela 2).

Tabela 2. Composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de variedades de capim-elefante (*Cenchrus purpureus* Schum. Syn. *Pennisetum purpureum* Schum.) em trabalhos científicos conduzidos nos últimos 10 anos, sob corte (valores médios gerais de cada estudo).

Referência	Intervalo de corte (dias)	Composição química (g kg ⁻¹)			DIVMS (g kg ⁻¹)
		MS ¹	FDN ²	PB ³	
Budiman et al. (2012)	60 a 90	-	706	92	567
Santos et al. (2013)	56	212	647	110	534
Bonfá et al. (2015)	150	450	712	33	431
Machado et al. (2017)	250	408	792	28	333
Souza et al. (2017)	55	145	737	102	592
Furtado et al. (2019)	70	154	633	58	-
Monção et al. (2020)	120	212	648	64	-
Souza et al. (2021)	60	-	649	89	607
Silva et al. (2021a)	68	198	695	45	547

¹matéria seca; ²fibra insolúvel em detergente neutro; ³proteína bruta; - valor não observado.

Aspectos Anatômicos versus Composição Química

Quanto a caracterização histológica das folhas e colmos de Capim-elefante, pode ser observado da parte externa para o centro, que este é circundado pela epiderme. A zona cortical, apresenta espessura variável, com células de parênquima, esclerênquima e feixes vasculares dispersos (floema e xilema) envoltos pelo anel esclerenquimático (Figura 8). Destaca-se que entre o xilema e o floema não existe câmbio e, neste caso, o feixe é chamado de colateral fechado. Já, as folhas do Capim-elefante Mott e Taiwan A-146 2.37 (Figura 3) apresentam epiderme em ambos os lados, feixes vasculares, esclerênquima, células do mesófilo e parênquima.

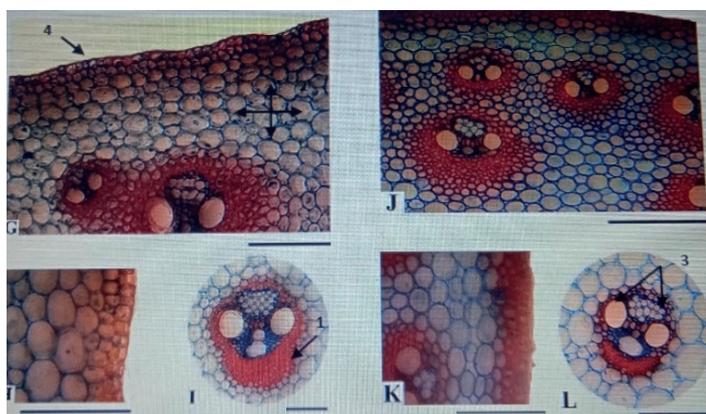


Figura 8. Seções transversais do colmo de genótipo de capim-elefante tratados com fasga (lignina com coloração vermelho e celulose com coloração azul).

1 – Bainha esclerenquimática; 2 – Parênquima; 3 – feixes vasculares; 4 – epiderme.

Fonte: Adaptado de Peixoto (2018).

Lista et al. (2020) estudaram que o valor nutritivo e as características anatômicas de genótipos de Capim-elefante registraram correlações negativas e positivas entre os componentes anatômicos com os químicos e com a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tabela 3).

Tabela 3. Correlação entre os componentes anatômicos de folhas e colmos de genótipos de Capim-elefante, com os componentes químicos e com a digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

	FDN	LIG	DIVMS	P	E	X	F	M
MS	0.97**	-0.46	0.07	0.17	-0.23	-0,26	-0.52*	0.16
FDN	-	-0.64*	0.25	0.27	-0.37	-0,36	-0.62*	0.02
LIG	-	-	-0.71*	-0.42	0.62*	0.42	0.61*	0.44
DIVMS	-	-	-	0.84**	-0.95**	-0.83**	-0.83**	0.73*

MS, Matéria Seca; LIG, Lignina; DIVMS, Digestibilidade *in vitro* MS; P, Parênquima; E, esclerênquima; X, Xilema; F, Floema; M, Mesófilo. **($p < 0.05$) *($p < 0.01$).

Fonte: Adaptada de Lista et al. (2020).

A lignina representada pela cor vermelha na Figura 9 é um dos compostos fenólicos que mais se relaciona com a qualidade das gramíneas porque este composto fenólico está presente em quase todos os tecidos, mas nos primeiros estágios de

crescimento apenas o xilema é lignificado (Ferreira et al., 2010). Sanchês et al. (2018) avaliaram a área ocupada pelos diferentes tecidos presentes nas lâminas foliares e a degradabilidade *in situ* das frações folhas e colmos de um genótipo de capim-elefante sob diferentes frequências de desfolhação (30, 45, 60, 75 e 90 dias). Os autores concluíram que com o avanço na maturidade da planta, ocorre um aumento significativo na proporção de tecido vascular lignificado, o que está associado ao decréscimo da degradação ruminal.

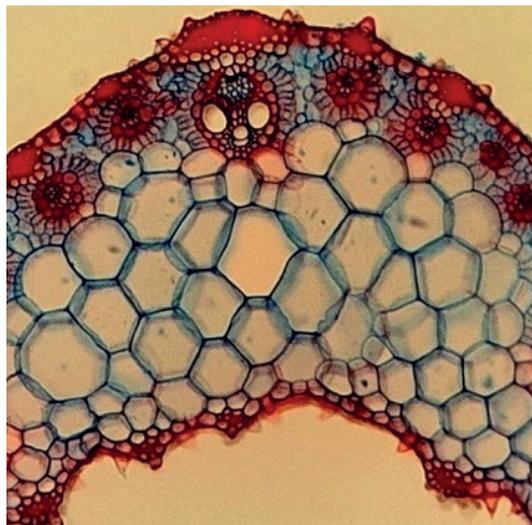


Figura 9. Seção transversal da folha de um genótipo de capim-elefante tratado com fásca (lignina com coloração vermelho e celulose com coloração azul).

Fonte: Peixoto (2018).

Através das imagens de um genótipo de capim-elefante cortado com 40 dias de idade, observa-se, na região basal do feixe vascular do colmo, o início da lignificação no anel esclerenquimático (Figura 10). Diante disto, Ferreira et al. (2013) estudaram a morfologia dos colmos de clones de *Pennisetum* em três estratos (basal, média e apical) e encontraram as maiores proporções de celulose na região apical para todas as plantas avaliadas. Isto seria um fator positivo, já que animais em pastejo tendem a não consumirem os colmos da região basal, mais lignificada.

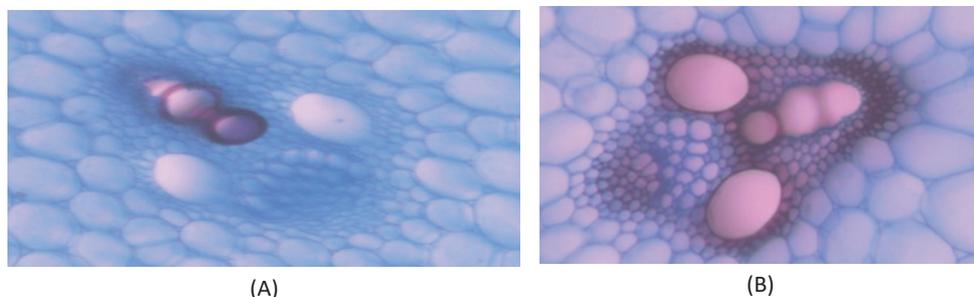


Figura 10. Seções transversais da região apical (A) e basal (B) de genótipo de Capim-elefante cortados com 40 dias e tratados com fasma (lignina com coloração vermelha e celulose com coloração Azul).

Souza (2020) avaliou as características anatômicas associadas ao valor nutritivo de genótipos de Capim-elefante de diferentes portes sob irrigação. Segundo a autora, houve maior proporção de parênquima nos colmos dos genótipos de porte baixo (~57 % da sessão transversal). Em relação à interação entre irrigação e período do ano na fração colmo, no período seco, o tratamento sem irrigação proporcionou menor área de esclerênquima. Também foi observado nas folhas correlações positivas entre a epiderme adaxial e abaxial e nitrogênio indigestível, para o mesófilo verificou-se correlações positivas entre digestibilidade *in vitro* da matéria seca, sendo o tecido de maior destaque nesta fração da planta. No mesmo estudo, o tecido esclerenquimático dos colmos apresentou correlações positivas com a fração dos carboidratos de lenta taxa de degradação ruminal e lignina.

Formas de utilização

Um aspecto importante do Capim-elefante como suporte forrageiro é a versatilidade de seu uso (Pereira et al., 2021). Esta gramínea é cultivada em capineiras e manejada sob corte para alimentação animal, produção de bioenergia (Singh, 2013), ensilagem (Daniel et al., 2019) e é utilizada sob pastejo (Fernandes et al., 2016).

Capineira

No manejo de capineiras, a forragem é colhida sob corte, fornecida aos animais, *in natura*, conservada na forma de silagem ou feno, ou ainda utilizada para produção de bioenergia (Silva et al., 2021a). Desta forma, é necessário que a cultura explorada se caracterize por ter elevada produção de matéria seca e persistência,

principalmente porque as intensidades de corte são muito elevadas para garantir um maior rendimento por colheita. Particularmente, o Capim-elefante possui essas características e dentre as gramíneas forrageiras tropicais, é aquela mais utilizada neste sistema de cultivo (Minmunin et al., 2015).

No manejo de capineiras, a rebrota é mais dependente dos carboidratos de reserva acumulados na coroa da planta e nas raízes, e menos dependente do índice de área foliar residual (Lira et al., 2010). Assim, cultivares de capim-elefante conhecidas como o Cameroon e Napier apresentam vantagens importantes para o manejo sob corte, como touceiras largas e colmos espessos (Jank et al., 2013). Além disso, cultivares como Mineiro e a mais recente BRS Capiáçu caracterizam-se por uma elevada produção de matéria seca anual, podendo alcançar 36 e 49 t ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente (Pereira et al., 2017). Vale ressaltar que estes capins de porte alto têm características desejáveis para a produção de bioenergia ou biocombustíveis, por combinar elevada produção com altos teores de componentes fibrosos como a celulose e a lignina, importantes nos processos de geração de energia (Singh, 2013; Machado et al., 2017).

Além disso, a adoção de tecnologias como adubação e irrigação pode aumentar consideravelmente a taxa de crescimento das plantas e a produtividade desses capins manejados sob corte (Alencar et al., 2009; Silva et al., 2015). Souza et al. (2021) observaram aumento de 44% sobre a taxa de acúmulo de forragem de genótipos de capim-elefante colhidos em capineiras e submetidos à irrigação (120 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de MS), comparados aos mesmos genótipos cultivados em sequeiro (67 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de MS).

Silagem

A conservação da forragem na forma de silagem é uma estratégia chave para as pecuárias de leite e de corte do Brasil, visto que existe um excedente de produção nas épocas chuvosas do ano, e escassez de forragem nas épocas secas (Daniel et al., 2019). Culturas agrícolas anuais como milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum* spp.) são bastante utilizadas e apresentam composições químicas que favorecem um bom processo fermentativo e resultam em silagens de excelente qualidade (Lemos et al., 2020). No entanto, as gramíneas forrageiras tropicais aparecem como opções para reduzir custo de produção, principalmente pelo cultivo, manejo e tratamentos culturais mais fáceis, além da perenidade (Pereira et al., 2021).

Neste contexto, o Capim-elefante é uma das gramíneas forrageiras mais utilizadas para ensilagem, devido a sua elevada produtividade e a maior concentração

de carboidratos solúveis e valor nutritivo razoável no momento da colheita, quando comparado a outras espécies de gramíneas tropicais (Borreani et al., 2018). Porém, vale destacar que o capim-elefante, assim como outras gramíneas forrageiras tropicais, apresentam elevados teores de umidade quando colhidos para ensilagem (Daniel et al., 2019). Essa elevada umidade pode levar à fermentações secundárias indesejáveis e até a proliferação de bactérias do gênero *Clostridium* spp. (Bernardes et al., 2018).

Assim, o uso de aditivos nutricionais como concentrados energéticos, outras plantas forrageiras, produtos biotecnológicos ou mesmo aditivos microbianos podem melhorar as características fermentativas e o valor nutritivo da silagem de gramíneas tropicais como o capim-elefante (Gusmão et al., 2018). Lemos et al. (2020) aplicaram níveis de 0%, 1,5%, 3,0%, 4,5% e 6,0% de enzimas fibrolíticas na silagem do capim-elefante cv. Roxo, e observaram redução quadrática de perda por gases, com menor valor no nível de 4,5% (0,7 g kg⁻¹), além de aumento quadrático na recuperação de matéria seca, com maior valor também no nível 4,5% (892 g kg⁻¹). Lemos et al. (2021) observaram aumento de 238 para 260 g kg⁻¹ nos teores de MS de silagens de genótipos de capim-elefante consorciados com cunhã (*Clitoria ternatea* L.), em comparação às silagens desses mesmos genótipos sem a leguminosa na massa ensilada. Segundo Borreani et al. (2018), concentrações acima de 250 g kg⁻¹ já são capazes de garantir adequado processo fermentativo. O emurchecimento do capim-elefante antes da ensilagem também é uma estratégia para aumentar os teores de MS e melhorar os aspectos fermentativos da silagem (Daniel et al., 2019).

Pastagem

Nas últimas décadas, o manejo do Capim-elefante sob pastejo ganhou nova relevância, principalmente após o registro do capim anão Mott (Sollenberger et al., 1989; Viana et al., 2015). As variedades do grupo Anão, como a recente cultivar BRS Kurumi, possuem características morfológicas e estruturais como maior relação folha/colmo, menor comprimento dos colmos e maior perfilhamento aéreo e número de folhas vivas por perfilho, que proporcionam aumento da eficiência de pastejo, consumo de matéria seca por parte dos animais e facilitam o manejo (Fernandes et al., 2016; Morenz et al., 2017). As variedades de porte alto também podem ser manejadas sob pastejo, mas a lignificação dos colmos na base do dossel, ao longo dos ciclos de pastejo, exige roçagem periódicas (Pereira et al., 2021).

Vale ressaltar que o Capim-elefante deve ser manejado sob lotação rotacionada, pois seu hábito de crescimento ereto o torna susceptível ao pisoteio

e o consumo contínuo dos meristemas apicais pode levar as plantas à morte e o pasto à degradação (Reis et al., 2013). Além disso, adotar critérios morfofisiológicos ajustados para altura dos dosséis para entrada e saída dos animais nos piquetes, ao invés de critérios de dias fixos, pode aumentar o valor nutritivo da forragem colhida e a eficiência do pastejo (Da Silva et al., 2015). Neste sentido, considerando o IAF crítico do capim-elefante nas regiões tropicais do Brasil, recomenda-se, de maneira geral, altura de entrada de 100-110 cm e saída de 50-60 cm para os capins de porte alto, além de altura de entrada de 60-70 cm, e saída de 30-40 cm para os capins anões (Da Silva e Nascimento Júnior, 2007).

Desempenho animal

A produção animal é resultado do consumo pelo animal e da conversão da forragem consumida em produto animal (desempenho animal) (Valadares Filho et al., 2006), porém sabe-se que na prática o desempenho animal é uma complexa inter-relação entre o ambiente, a planta forrageira, o animal, os microrganismos e, sobretudo, o manejo adotado (intensidade e frequência de pastejo e método de pastejo) (Mello et al., 2010), já que o tipo de manejo determina o rendimento forrageiro, o valor nutritivo da forragem e a perenidade da pastagem (Deresz, 2001).

Crestani et al. (2013) avaliaram o desempenho de novilhos em pastagem de capim-elefante anão em monocultura e em consórcio com Amendoim forrageiro no estado de Santa Catarina, manejado sob lotação intermitente com uma oferta de forragem de 6,0 kg de matéria seca de folhas verdes $100 \text{ kg PC}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, onde a média de ocupação dos piquetes foram de dois dias e período de descanso de 36 dias. Os autores observaram que não houve diferença significativa no desempenho dos animais nos dois tipos de pastagem, explicada pela distribuição espacial de Amendoim forrageiro na pastagem consorciada, que não foi suficiente para proporcionar aumentos significativos na forragem produzida pelo capim-elefante através da ciclagem de nutrientes em função do tempo de estabelecimento das culturas.

Rezende et al. (2015) avaliaram a cultivar Cameroon em Itabela, Bahia, submetida a quatro taxas de lotação, em um sistema de lotação rotacionada com três dias de pastejo e 36 dias de descanso, utilizando machos mestiços meio sangue Tabapuã x Nelore nos períodos de verão (chuvoso) e inverno (seco). Os autores observaram que com o aumento das taxas de lotação houve redução no ganho em peso médio diário por animal e aumento no ganho em peso por área. Ainda, no período chuvoso a taxa de lotação de $2,64 \text{ UA ha}^{-1}$ foi a que apresentou o maior ganho diário ($0,603 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). Já em termos de ganho de peso por hectare

por dia (GPHD), a lotação de 4,34 UA ha⁻¹ proporcionou rendimentos de 2,99 kg ha⁻¹ dia⁻¹, enquanto no período seco, o GPD não diferiu quanto às taxas de lotação, com média de 0,567 kg animal⁻¹ dia⁻¹ e no GPHD as taxas de lotação de 3,26 e 3,89 UA ha⁻¹ apresentaram os melhores resultados, com ganhos de 2,86 e 2,79 kg ha⁻¹ dia⁻¹, com massa de forragem de 2.346,2 e 1.427,4 kg ha⁻¹ de matéria seca verde. Assim, os autores concluíram que o ganho de peso por animal e por área é influenciada pela taxa de lotação, alcançando os valores máximos quando a massa de folhas verdes é maior.

Neste sentido, Mello et al. (2010) mencionam que uma pressão de pastejo ótima permite que haja a conciliação de respostas satisfatórias por animal e por área, e a maximização da produção por área mesmo havendo pequena redução na produção por animal, pois dentre os fatores de manejo que influenciam a produção animal sob pastejo, a pressão de pastejo é o principal determinante, já que permite considerar níveis satisfatórios de consumo e desempenho.

Silva et al. (2021a) avaliaram o desempenho de ovinos alimentados exclusivamente por genótipos de Capim-elefante de porte alto e baixo, em sistema de capineira, com fornecimento *in natura* no cocho. Os autores observaram ganho médio diário de 73 g nos animais alimentados com os genótipos de porte baixo (Mott e Taiwan A-146 2.37) e perda diária de 24 g para os animais alimentados com os genótipos de porte alto (Elefante B e Iri 381). Estes resultados indicam maior valor nutritivo da forragem produzida pelos genótipos de porte baixo, quando comparados aos de porte alto, pois desenvolvem maior proporção de folhas em detrimento dos colmos, conseqüentemente aumentando a digestibilidade da proteína e dos carboidratos fibrosos. Além disso, foi observado também menor tempo gasto de ruminação naqueles genótipos de porte baixo.

Perspectivas

Os diversos resultados de pesquisa sobre as cultivares de Capim-elefante sugerem que fatores ecológicos e de manejo devem ser otimizados, no intuito de aliar a máxima produtividade com o máximo valor nutritivo, avaliados através das características anatômicas e morfológicas das variedades existentes.

O Capim-elefante apresenta muitas possibilidades de utilização para alimentação animal, seja na forma de forragem fresca colhida sob corte, silagem, ou em sistemas de pastejo. Em especial, o Capim-elefante de porte alto também pode ser cultivada e direcionada para a produção de bioenergia. A variabilidade genética e a possibilidade de seleção de genótipos com características desejáveis são aspectos importantes que garantem a versatilidade do uso.

Agradecimento

Ao nosso querido Prof. Mário de Andrade Lira, pesquisador dedicado aos estudos sobre Capim-elefante, que realizou sua passagem em dezembro de 2018. Registramos nosso reconhecimento e agradecimento especial, pelos conhecimentos transmitidos, que serão eternos para nós e para futuras gerações.

Referências bibliográficas

ALENCAR, C.A.B.; CUNHA, F.F.; MARTINS, C.E. et al. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.98-108, 2009.

ANDRADE, E.A.; ALMEIDA, E.X.; RAUPP, G.T. et al. Herbage intake, methane emissions and animal performance of steers grazing dwarf elephant grass with or without access to *Arachis pinto* pastures. **Animal**, v.10, n.10, p.1684-1688, 2016.

ANIMASAUN, D.A.; MORAKINYO, J.A.; MUSTAPHA, O.T. et al. Assessment of genetic diversity in accessions of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) and napier grass (*Pennisetum purpureum*) using microsatellite (ISSR) markers. **Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v.4, n.1, p.25-35, 2015.

ANIMASAUN, D.A.; RATHOD, H.P.; KRISHNAMURTHY, R. Analysis of Forage Yield and Nutritional Contents of *Pennisetum glaucum* (pearl millet) and *Pennisetum purpureum* (Napier grass) accessions. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.52, n.4, p.447-455, 2018.

BERNARDES, T.F.; DANIEL, J.L.P.; ADESOGAN, A.T. et al. Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.5, p.4001-4019, 2018.

BHERING, M.; CABRAL, L.S.; ABREU, J. G. et al. Características agronômicas do capim-elefante roxo em diferentes idades de corte na Depressão Cuiabana. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p.384-396, 2008.

BODDEY, R.M.; CASAGRANDE, D.R.; HOMEM, B.G.C. et al. Forage legumes in grass pastures in tropical Brazil and likely impacts on greenhouse gas emissions: A review. **Grass and Forage Science**, v.75, n.4, p.357-371, 2020.

BONFÁ, C.S.; CASTRO, G.H.F.; VILLELA, S.D.J. et al. Silagem de capim-elefante adicionada de casca de maracujá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, p.801-808, 2015.

BORREANI, G.; TABACCO, E.; SCHMIDT, R.J. et al. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.5, p.3952-3979, 2018.

BRUNKEN, J.N. A systematic study of *Pennisetum* Sect. *Pennisetum* (Gramineae). **American Journal of Botany**, v.64, p.161-176, 1977.

BUDIMAN, B.; SOETRISNO, R.D.; BUDHI, S.P.S. et al. Morphological characteristics, productivity and quality of three napier grass (*Pennisetum purpureum* Schum) cultivars harvested at different age. **Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture**, v.37, n.4, p.294-301, 2012.

CARVALHO, L. A. *Pennisetum purpureum* Schumacher. Revisão. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1985. 86p. (EMBRAPA-CNPGL. Boletim de pesquisa, 10).

CHEMISQUY, M.A.; GIUSSANI, L.M.; SCATAGLINI, M.A. et al. Phylogenetic studies favour the unification of *Pennisetum*, *Cenchrus* and *Odontelytrum* (Poaceae): a combined nuclear, plastid and morphological analysis, and nomenclatural combinations in *Cenchrus*. **Annals of Botany**, v.106, p.107-130, 2010.

CRESTANI, S.; RIBEIRO FILHO, H.; MIGUEL, M.F. et al. Steers performance in dwarf elephant grass pastures alone or mixed with *Arachis pintoi*. **Tropical Animal Health and Production**, v.45, n.6, p.1369-1374, 2013.

CUNHA, M.V.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. Association between the morphological and productive characteristics in the selection of elephant grass clones. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.482-488, 2011.

CUNHA, M.V.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A. et al. Características estruturais e morfológicas de genótipos de *Pennisetum* sp. sob pastejo no período de seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.540-549, 2007.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.especial, p.121-138, 2007.

DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PEREIRA, L.E.T. Ecophysiology of C4 forage grasses— understanding plant growth for optimising their use and management. **Agriculture**, v.5, n.3, p.598-625, 2015.

DANIEL, J.L.P.; BERNARDES, T.F.; JOBIM, C.C. et al. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and Forage Science**, v.74, n.2, p.188-200, 2019.

DERESZ, F. Influência do período de descanso da pastagem de capim-elefante na produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.461-469, 2001.

DONADIO, S.; GIUSSANI, L.M.; KELLOGG, E.A. et al. A preliminary molecular phylogeny of *Pennisetum* and *Cenchrus* (Poaceae-Paniceae) based on the trnL-F, rpl16 chloroplast markers. **The Journal of the International Association for Plant Taxonomy**, v.58, p.392–404, 2009.

DUBEUX JR, J.C.B.; MELLO, A.C.L. Aspectos morfológicos do capim-elefante. In: LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JR, J. C. B.; MELLO, A. C. L. **Capim elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA/UFRPE, 2010. p.15-28.

DUBEUX JR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; MELLO, A.C.L. et al. Multiple ecosystem services of arboreal legumes. **The Journal of the International Legume Society**, v.17, p.10-12, 2019.

FERNANDES, P.B.; CARVALHO, C.A.B.; PACIULLO, D.S.C. et al. Morphogenetic and structural characteristics of clones of elephant grass managed under intermittent stocking. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.4, p.2099-2110, 2016.

FERREIRA, G.D.G.; CUNHA, M.V.; SILVA, D.K.A. et al. Histologia do colmo de clones de capim-elefante na região do agreste de Pernambuco. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p.36-47, 2010.

FERREIRA, G.D.G.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A. et al. Quantitative and qualitative characteristics of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) clones in the semi-arid lands of Pernambuco (Brazil). **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v.26, p.15-23, 2013.

FREITAS, E.V.; LIRA, M.A.; SILVA, M.C. et al. Capim-elefante: origem, taxonomia e caracterização. In: LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JR, J. C. B.; MELLO, A. C. L. **Capim elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA/UFRPE, 2010. p.15-28.

FREITAS, R.S.; DAHER, R.F.; VIDAL, A.K.F. et al. Dry matter yield and nutritional characteristics of elephant-grass genotypes. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.35, p.1-8, 2019.

FURTADO, R.N.; CARNEIRO, M.S.S.; COUTINHO, D.N. et al. Fermentative losses and chemical composition of elephant grass silage added with castor bean hull. **Revista Ciência Agronômica**, v.50, p.140-147, 2019.

GOMIDE, J.A. Fisiologia e manejo de plantas forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.2, p.17-26, 1973.

GONÇALEZ, D.A.; MENEZES, G. O capim-elefante. **Zootecnia**, v.20, n.4, p.229-259, 1982.

GUSMÃO, J.O.; DANES, M.A.C.; CASAGRANDE, D.R. et al. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. **Grass and Forage Science**, v.73, n.3, p.717-726, 2018.

HANISCH, A.L.; FONSECA, J.A. Características produtivas e qualitativas de sete forrageiras perenes de verão sob adubação orgânica e mineral. **Revista Verde**, v.6, n.4, p.01-06, 2011.

JANK, L.; BRAZ, T.G.S.; MARTUSCELLO, J.A. Gramíneas de clima tropical. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. (Ed. 1). Jaboticabal: Funep, 2013. p.109-119.

JUNG, H. G.; ALLEN, P.R. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal Animal Science**, v.73, p.2774-2790, 1995.

LEE, M.A. A global comparison of the nutritive values of forage plants grown in contrasting environments. **Journal of Plant Research**, v.131, n.4, p.641-654, 2018.

LEMONS, M.F.; ANDRADE, A.P.; SILVA, P.H.F. et al. Nutritional value, fermentation losses and aerobic stability of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) silage treated with exogenous fibrolytic enzymes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.42, e48272, 2020.

LEMONS, M.F.; MELLO, A.C.L.; GUIM, A. et al. Grass size and butterfly pea inclusion modify the nutritional value of elephant grass silage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.56, e02409, 2021.

LIMA, E.S.; SILVA, J.F.C.; VÁSQUEZ, H.M. et al. Produção de matéria seca e proteína bruta e relação folha/colmo de genótipos de capim-elefante aos 56 dias de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1518-1523, 2007.

LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR, J.C.B. et al. **Capim-elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife, PE: IPA/UFRPE, 2010. 229p.

LISTA, F.N.; NETO, J.V.E.; ALMEIDA, J.C.C. et al. Nutritive value and anatomical characterization from *Pennisetum purpureum* genotypes. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.42, p.e53064, 2020.

MACHADO, J.C.; CARNEIRO, P.; CARNEIRO, J.C. et al. Elephant grass ecotypes for bioenergy production via direct combustion of biomass. **Industrial Crops and Products**, v. 95, p. 27-32, 2017.

MELLO, A.C.L.; VERAS, A.S.C.; LIRA, M.A. Sistemas intensivos de produção de bovinos em pastagens de capim-elefante. In: LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR, J.C.B.; MELLO, A.C.L. **Capim elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA/UFRPE, 2010. p.165-189.

MINMUNIN, J.; LIMPITIPANICH, P.; PROMWUNGKWA, A. Delignification of elephant grass for production of cellulosic intermediate. **Energy Procedia**, v.79, p.220-225, 2015.

MONÇÃO, F.P.; COSTA, M.A.M.S.; RIGUEIRA, J.P.S. et al. Productivity and nutritional value of BRS Capiaçú grass (*Pennisetum purpureum*) managed at four regrowth ages in a semiarid region. **Tropical Animal Health and Production**, v.52, n.1, p.235-241, 2020.

MORENZ, D.A.; MORENZ, M.J.F.; PACIULLO, D.S.C. et al. Agronomic characteristics and nutritive value of elephant grass clones managed under rotational stocking during the dry period. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, p.3817-3827, 2017.

MUIR, J.P.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V. et al. Value of endemic legumes for livestock production on Caatinga rangelands. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, n.2, e5648, 2019.

MULTIMURA, M.; EBONG, C.; RAO, I.M. et al. Effect of cutting time on agronomic and nutritional characteristics of nine commercial cultivars of *Brachiaria* grass compared with Napier grass during establishment under semi-arid conditions in Rwanda. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, n.35, p.2692-2703, 2017.

OBOOK, E.E.; AKEN'OVA, M.E.; IWO, G.A. Forage potentials of interspecific hybrids between elephant grass selections and cultivated pearl millet genotypes of Nigerian origin. **Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v.49, p.136-143, 2012.

PEDREIRA, C.G.S.; ROSSETO, F.A.A.; DA SILVA, S.C. et al. Forage yield and grazing efficiency on rotationally stocked pastures of 'Tanzania-1' guineagrass and 'guaçu' elephantgrass. **Scientia Agrícola**, v.62, n.5, p.433-439, 2005.

PEIXOTO, T.V.F.R. **Valor nutritivo e aspectos anatômicos de clones de *Pennisetum purpureum* Schum. de diferentes portes**. 2018. 76f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Forragicultura). Universidade Federal Rural de Pernambuco.

PEREIRA, A.V. Escolha de variedade de capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1993. P.47-62.

PEREIRA, A.V.; LÉDO, F.J.S.; MACHADO, J. C. BRS Kurumi and BRS Capiaçú-New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, n.1, p.59-62, 2017.

PEREIRA, A.V.; LIRA, M.A.; MACHADO, J.C. et al. Elephantgrass, a tropical grass for cutting and grazing. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.16, n.3, e9317, 2021.

REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. (Ed. 1). Jaboticabal: Funep, 2013. 734p.

REZENDE, C.P.; PEREIRA, J.M.; MACEDO, T.M. et al. Ganho e peso de novilhos em pastagens de capim-cameroon e capim-braquiarião. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.2185-2194, 2015.

REZENDE, C.P.; PEREIRA, J.M.; PINTO, J.C. et al. Dinâmica de perfilhamento e fluxo de biomassa em capim-cameroon sob lotação rotativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1750-1757, 2008.

ROBERT, T.; KHALFALLAH, N.; MARTEL, E. et al. *Pennisetum*. In: Kole C. (eds) **Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources**. Springer: Berlin, Heidelberg, 2011. p.217-255.

SANCHÊS, S.C.; ARAÚJO, R.A.; RODRIGUES, R.C. et al. Quantitative anatomy and *in situ* ruminal degradation parameters of elephant grass under different defoliation frequencies. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.19, n.2, p.166-177, 2018.

SANTOS, R.J.C.; LIRA, M.A.; GUIM, A. et al. Elephant grass clones for silage production. **Scientia Agricola**, v.70, p.6-11, 2013.

SCHULTZE-KRAFT, R.; RAO, I.M.; PETERS, M. et al. Tropical forage legumes for environmental benefits: An overview. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v.6, n.1, p.1-14, 2018.

SEIBT, D.C.; OLIVO, C.J.; ALESSIO, V. et al. Forage production in mixed grazing systems of elephant grass with arrowleaf clover or forage peanut. **Revista Ceres**, v.65, n.2, p.174-180, 2018.

SILVA, A.L.C.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR, J.C.B. et al. Variabilidade e herdabilidade de caracteres morfológicos em clones de capim-elefante na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2132-2140, 2010.

SILVA, H.M.S.; DUBEUX JR, J.C.B.; SILVEIRA, M.L. et al. Stocking rate and nitrogen fertilization affect root decomposition of elephantgrass. **Agronomy Journal**, v.107, n.4, p.1331-1338, 2015.

SILVA, J.K.B.; CUNHA, M.V.; SANTOS, M.V.F. et al. Dwarf versus tall elephant grass in sheep feed: which one is the most recommended for cut-and-carry? **Tropical Animal Health and Production**, v.53, n.1, p.1-14, 2021a.

SILVA, M.A.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. Análise de trilha em caracteres produtivos de *Pennisetum* sob corte em Itambé, Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1185-1191, 2008a.

SILVA, M.C.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A. et al. Characters of *Pennisetum* spp. used for the initial selection in the genetic improvement program for elephant grass. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.4, p.2035-2042, 2016.

SILVA, M.C.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A. et al. Ensaios preliminares sobre autofecundação e cruzamentos no melhoramento do capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.401-410, 2008b.

SILVA, P.H.F.; SALES, T.B.; LEMOS, M.F. et al. Tall and short-sized elephant grass genotypes: morphophysiological aspects, cut-and-carry and grazing management. **Ciência Rural**, v.51, e20200848, 2021b.

SILVA, S.H.B.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A. et al. Uso de descritores morfológicos e herdabilidade de caracteres em clones de capim-elefante de porte baixo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1451-1459, 2009.

SIMONETTI, G.D.; OLIVO, C.J.; SEIBT, D.C. et al. Productivity and nutritive value of elephant grass pastures under organic and conventional production systems. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.91, e20180011, 2019.

SINGH, B. P. **Biofuel crops: production, physiology and genetics**. (Ed.) Oxford, UK: CABI, 2013. 631p.

SOLLENBERGER, L.E.; PRINE, G.M.; OCUMPAUGH, W.R. et al. Registration of 'Mott' dwarf elephantgrass. **Crop Science**, v.29, p.827-828, 1989.

SOUZA, P.H.; FATURI, C.; RODRIGUES, L.F.S. et al. Nutritional value of elephant grass genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.10, p.951-955, 2017.

SOUZA, R.T.A. **Anatomia e Valor nutritivo de genótipos de capim-elefante de diferentes portes sob irrigação**. 2019. 129p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

SOUZA, R.T.A.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V. et al. Dwarf and tall Elephantgrass genotypes under irrigation as forage sources for ruminants: herbage accumulation and nutritive value. **Animals**, v.11, p.2392, 2021.

STAPF, O.; HUBBARD, C.E. **Flora of tropical Africa**. (Ed.) Oxford, UK: CABI, 1934. 187p.

TESSEMA, Z.K.; MIHRET, J.; SOLOMON, M. Effect of defoliation frequency and cutting height on growth, dry-matter yield and nutritive value of Napier grass (*Pennisetum purpureum* (L.) Schumacher). **Grass and Forage Science**, v.65, p.421-430, 2010.

VALADARES FILHO, S.C.; COSTA E SILVA, L.F.; BIOBELLI, M.P. et al. **BR-CORTE 3.0. Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados**. 2016. Disponível em: <www.brcorte.com.br>.

VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, Suplemento, p.291-322, 2006.

VEIGA, J.B.; MOTT, G.O.; RODRIGUES, L.R.A.; OCUMPAUGH, W.R. Capim-elefante anão sob pastejo I. Produção de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.929-936, 1985.

VIANA, B.L.; MELLO, A.C.L.; LIRA, M.A. et al. Adaptability and stability analysis for selection of elephantgrass clones under grazing. **Crop Science**, v.55, n.2, p.950-957, 2015.

VIANA, B.L.; MELLO, A.C.L.; LIRA, M.A. et al. Repetibilidade e respostas de características morfofisiológicas e produtivas de capim-elefante de porte baixo sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.12, p.1731-1738, 2009.

VIDAL, A.K.F.; BARBÉ, T.C.; DAHER, R.F. et al. Production potential and chemical composition of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) at different ages for energy purposes. **African Journal of Biotechnology**, v.16, n.25, p.1428-1433, 2017.

VIEIRA, A.C.; OLIVO, C.J.; ADAMS, C.B. et al. Plant and animal responses of elephant grass pasture-based systems mixed with pinto peanut. **The Journal of Agricultural Science**, v.157, n.1, p.63-71, 2019.

WANGCHUK, K.; RAI, K.; NIROLA, H. et al. Forage growth, yield and quality responses of Napier hybrid grass cultivars to three cutting intervals in the Himalayan foothills. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v.3, p.142-150, 2015.

WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. **The grass genera of the world**. Cambridge: C.A.B; International, University Press, 1992. 1038p.

WILSON, J.R.; MERTENS, D.R. Cell wall accessibility and cell structure limitations to microbial digestion of forage. **Crop Science**, v.35, p.251-259, 1995.

XAVIER, D.F.; DAFER, R.F.; BOTREL, M.A. et al. Poder germinativo de sementes de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.565-571, 1993.

YAMORI, W.; HIKOSAKA, K.; WAY, D.A. Temperature response of photosynthesis in C3, C4, and CAM plants: temperature acclimation and temperature adaptation. **Photosynthesis Research**, v.119, n.1, p.101-117, 2013.

6

Capim-buffel, forrageira para áreas secas

Márcio Vieira da Cunha¹

Janerson José Coêlho²

Pedro Henrique Ferreira da Silva³

Evaristo Jorge Oliveira de Souza⁴

Introdução

O gênero *Cenchrus* encontra-se distribuído em todo mundo. No Brasil, a espécie mais importante para produção animal é a *Cenchrus ciliaris* L., popularmente conhecida como Capim-buffel. Esta gramínea se encontra principalmente no Nordeste, devido a sua alta resistência a seca e ao pastejo. A base de cultivares é estreita e o cultivar mais difundido é o Biloela. O uso do Capim-buffel no Nordeste tem permitido aumentar a capacidade de suporte e proporcionar maior desempenho animal na pastagem nativa.

O objetivo deste capítulo é caracterizar o gênero *Cenchrus*, com ênfase nos aspectos de plantio, manejo e utilização do Capim-buffel.

¹ Professor UFRPE – Recife, márcio.cunha@ufrpe.br

² Pós-doutorando-FACEPE

³ Doutorando UFRPE

⁴ Professor UFRPE-UAST – Serra Talhada

Histórico e distribuição da espécie

O gênero *Cenchrus* é constituído por 23 espécies encontradas em locais de clima árido, semiárido, tropical e subtropical (Filgueiras, 1984). A espécie com maior distribuição no mundo é a *Cenchrus echinatus* L., vulgarmente conhecida como capim-carrapicho, importante planta invasora de pastagens e de lavouras agrícolas (Elshamy et al., 2019). Já a espécie mais utilizada em sistemas de produção animal, com grande potencial forrageiro e bom valor nutricional para ruminantes, é a *Cenchrus ciliaris* L. comumente denominada de Capim-buffel (Hiwale, 2015). No Brasil são encontradas seis espécies, além do *C. ciliaris* L.: *C. myosuroides* Kunth; *C. brownii* Roem. & Schult; *C. pauciflorus* Benth, *C. setigerus* (Vahl) Maire & Weiler (popularmente conhecido como birdwood), *C. tribuloides* L., *C. echinatus* L. (Filgueiras, 1984).

O Capim-buffel é uma gramínea tropical perene, de metabolismo fotossintético C₄ que foi descoberta nos desertos do Oeste da Índia. No entanto, seu centro de origem varia entre África do Sul, Indonésia e Índia (Ayerza, 1995; Sollenberg et al., 2020). Devido suas características morfológicas e agrônômicas, a espécie foi introduzida e é amplamente cultivada em países como México, Estados Unidos e Austrália (Rajora et al., 2014).

No Brasil, o Capim-buffel foi introduzido de forma consistente na região Nordeste, especialmente pela sua adaptação ao clima semiárido (Jank et al., 2013). Segundo Oliveira & Drumond (1999), foi introduzido no Brasil na década de 50 do século passado. Neste sentido, programas de melhoramento genético da espécie e bancos ativos de germoplasma (BAG) foram desenvolvidos em órgãos de pesquisa importantes da região, como o Instituto Agrônomo de Pernambuco e a Embrapa Semiárido, ao final da década de 1970 (Oliveira et al., 1999).

Aspectos botânicos, fisiológicos e morfológicos

As principais características botânicas e morfológicas do Capim-buffel são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características botânicas e morfológicas do Capim-buffel

Características	Descrição
Hábito de crescimento	Cespitoso, podendo ser rizomatoso
Ciclo de vida	Perene
Sistema radicular	Forte, com até 2 m, com rizomas vigorosos e lenhosos.
Colmo	Espessura varia de 1 a 4 mm de espessura, com os nós pilosos ou glabros.
Bainha foliar	Levemente quilhada, aberta, glabra, bordos hialinos
Lígula	Ciliada, com 0,2 a 2 mm de comprimento, circundada por pelos embranquecidos
Lâmina foliar	2 a 13 mm de largura e 3 a 37 cm de comprimento, setácea, glabra e esparsamente pilosa
Inflorescência	Panícula espiciforme ereta ou nodular, de 2 a 15 cm de comprimento e 1 a 2,6 cm de largura, cor palha, cinza ou roxa, eriçada.
Espigueta	Apresenta glumas, lema e pálea que envolvem a cariopse, além de lema estéril aderida. Em alguns casos, a espigueta pode não apresentar a cariopse.

Fonte: adaptado de Filgueiras (1984); Marshall et al. (2012); Santos et al. (2019) e Cook et al. (2020).

Apresenta apomixia facultativa (Bray, 1978). Os cultivares comerciais podem ser agrupados em variedades de porte alto, médio e baixo. Variedades altas (até 1,5 m de altura) são adequadas para solos mais pesados e áreas com maior precipitação pluviométrica. Estes geralmente exibem folhas de cor verde-azulada e desenvolvem rizomas. Variedades menores (<90 cm), geralmente usadas para produção de ovinos e controle de erosão, são normalmente adequadas para solos de textura mais leve, são menos tolerantes a inundações e têm baixo desenvolvimento de rizoma (Marshall et al., 2012). No Nordeste do Brasil, exemplos de cultivares utilizados são Biloela (Figura 1) e Aridus, ambas de porte alto, e Americano e Gayndah, de porte médio.

Em trabalho de caracterização realizado por Bruno et al. (2017), o número de perfilhos por touceira, número de inflorescências e cor da semente foram os caracteres com maior relevância no agrupamento de 25 acessos de Capim-buffel.



Figura 1. Aspecto geral da planta de Capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L) cultivar Biloela, coleção de plantas forrageiras, Departamento de Zootecnia-UFRPE-Sede.

O Capim-buffel é uma gramínea forrageira de metabolismo fotossintético C_4 e sua produtividade é superior quando comparado às gramíneas de clima temperado e leguminosas (Sollenberg et al., 2020). Apresenta subtipo PCK de metabolismo fotossintético C_4 (Ghannoum et al., 2008).

Essa forrageira apresenta tolerância à seca e índices pluviométricos médios de 400 mm anuais, além de crescer melhor em solos bem drenados. Somado a isto, é propagado por sementes, seu estabelecimento em pastagens é relativamente simples e sua exigência em fertilidade do solo é considerada média (Jank et al., 2013; Sollenberg et al., 2020).

A capacidade de regular a peroxidação lipídica e mitigar o dano oxidativo pode ser um dos mecanismos de tolerância ao estresse hídrico (Carrizo et al., 2020). Somado a isso apresenta alta espessura da epiderme adaxial, células bulliformes bem desenvolvidas, alta intensificação de tecidos lignificados e diminuição da densidade estomática em ambas as superfícies foliares, estratégias anatômicas adaptativas que conferem alta tolerância à seca em *C. ciliaris* (Mansoor et al., 2019 e Carrizo et al., 2020).

Em relação a tolerância a salinidade, há variabilidade e possibilidade de selecionar materiais a serem utilizados em áreas salinas (Al-Dakheel & Hussain, 2016).

Aspectos do cultivo

O Capim-buffel pode ser facilmente propagado por sementes a lanço, em sulcos ou por cobertura (Ribeiro et al., 2019). Isto representa uma vantagem para o estabelecimento de pastagens da espécie, pois a propagação por sementes apresenta menor custo quando comparada à propagação pelo plantio de colmos ou estolões (Hall et al., 2020). Durante a formação de pastagens de Capim-buffel em sistemas de monocultivo estima-se uma necessidade de aproximadamente 15-20 kg MS ha⁻¹ de sementes durante o plantio, estas devendo serem colhidas no ano anterior, ou num período superior a seis meses pré-plantio, o que permite uma melhor quebra da dormência da semente. O plantio pode ser a lanço, ou em sulcos e covas, no segundo caso, recomenda-se que as sementes sejam levemente cobertas com uma camada de 2-3 mm de solo. Recomenda-se o plantio do Capim-buffel próximo ao início do período chuvoso, ou no final da estação seca (Oliveira, 1981). Antes do plantio das sementes do Capim-buffel, recomenda-se a preparação do solo com a remoção de espécies indesejáveis, via queima e destocamento da área. O uso da aração e gradagem do solo, é recomendado, porém deve se levar em consideração a possibilidade de perda da fina camada de matéria orgânica de alguns solos rasos. A incorporação de matéria orgânica ao solo (ex. esterco curtido) e ajuste do pH ($\approx 6,5$), são recomendados. A adubação fosfata (P₂O₅) aplicada durante o estabelecimento (50-100 kg ha⁻¹), tem sido reportada como fundamental no estímulo do crescimento radicular nos estágios iniciais de desenvolvimento e formação das pastagens de Capim-buffel.

Além disso, o Capim-buffel apresenta apomixia e tem a capacidade de produzir clones a partir de suas sementes (Ribeiro et al., 2019). Isto contribui para a formação de pastos homogêneos e pode facilitar o manejo (Simioni & Valle, 2011). Entretanto, as sementes do Capim-buffel apresentam um longo período de dormência, que varia de 6 a 12 meses. Esta dormência provém de um inibidor químico presente nas glumas das sementes, embora seja uma estratégia importante para a sobrevivência da espécie em condições adversas (Ayerza, 1995), como aquelas do clima semiárido. Neste sentido, a formação de bancos de sementes pode promover uma renovação do Capim-buffel em áreas de Caatinga enriquecida (Gomes et al., 2019). Assim, uma recomendação importante, já adotada por muitos produtores, é utilizar sementes colhidas no ano anterior (Oliveira et al., 1999; Santos et al., 2013). Por outro lado, a produtividade de sementes é considerada alta, devido ao florescimento prolongado do Capim-buffel e ao elevado número de pequenas sementes por espiguetas (Filgueiras, 1984; Bruno et al., 2017).

Todos estes fatores afetam parâmetros importantes da qualidade das sementes do Capim-buffel, como o percentual de germinação (G), o percentual de pureza física (P) e o valor cultural (VC). Estes fatores influenciam a taxa de semeadura e a eficiência do estabelecimento (Hall et al., 2020). Neste sentido, a taxa de germinação mínima para o plantio adequado do Capim-buffel é de 20 a 30% (Oliveira et al., 1999; Santos et al., 2013; Ribeiro et al., 2019). Por outro lado, pesquisadores já reportaram percentuais de pureza bastante elevados em algumas variedades do Capim-buffel, com valores de 96 a 99% (Rajora et al., 2014). Além disso, a produtividade de sementes é bastante variável em função das condições de manejo e fatores ecológicos. Pesquisadores já relataram rendimentos que variaram de 22 a 156,7 kg ha⁻¹ (Koench et al., 2014; Rajora et al., 2014; Kizima et al., 2014).

Dentro desse contexto, o padrão mínimo da qualidade de sementes de Capim-buffel, que podem ser comercializadas no Brasil, está determinado na Instrução Normativa n° 30 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA): P = 40%; G = 30%; e VC = 12% (Brasil, 2008). Já a taxa de semeadura recomendada pode variar em função de fatores como clima, solo ou mesmo o próprio manejo da semeadura (Hall et al., 2020). Desta forma, considerando as exigências mínimas de qualidade das sementes e as diferentes condições edafoclimáticas e de manejo, a taxa de semeadura recomendada para o cultivo do Capim-buffel normalmente está entre 5 e 15 kg ha⁻¹ (Oliveira Júnior & Silva, 2008; Hiwale, 2015).

Em um sistema de produção a pasto, os nutrientes são removidos do solo diretamente pelas plantas e indiretamente pelos animais. Além disso, ocorrem perdas pelos processos de lixiviação e volatilização. Assim, a falta de reposição dos nutrientes do solo pode levar as pastagens à degradação (Dias-Filho, 2011). De forma geral, os nutrientes do solo são absorvidos pelos sistemas radiculares das plantas e chegam até as raízes por difusão, interceptação radicular ou fluxo de massa (Taiz et al., 2017; Nascimento Júnior et al., 2021).

Na Caatinga do Nordeste brasileiro, a vegetação nativa que é formada principalmente por espécies herbáceas e arbustivas funciona como suporte forrageiro para alimentação animal (Oliveira et al., 2018). Assim, o superpastejo e a queda da fertilidade do solo podem contribuir de forma ainda mais severa para a degradação do bioma (Marinho et al., 2016). Neste cenário, o enriquecimento da Caatinga pela inclusão do Capim-buffel somado à adubação pode aumentar a capacidade de suporte e garantir a perenidade desta vegetação nativa (Moreira et al., 2015).

No Brasil, a calagem, a gessagem, além das adubações nitrogenadas, fosfatadas e potássicas são as práticas mais comuns de manejo da adubação e correção dos solos das pastagens (Portz et al., 2013). Isto porque, a maioria desses

solos são ácidos e apresentam deficiência de nutrientes como N, P, K, Ca e Mg (Novais et al., 2007). Entretanto, vale ressaltar que na Caatinga, região onde o cultivo do Capim-buffel apresenta grande relevância, os solos são pouco profundos, férteis e com pH próximos à neutralidade (Silva & Andrade, 2013).

Para atingir níveis de produtividade adequados, as cultivares mais promissoras de Capim-buffel requerem uma adubação precisa baseada em análise de solo. Na aplicação de adubos deve se considerar as estimativas de remoção de nutrientes pelo Capim-buffel, assim como as perdas e retenções de nutrientes no solo. Idealmente, é necessário fornecer adequados níveis de macro (N, P, K, Ca, S e Mg) e micronutrientes (Fe, Cl, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Ni e Co) ao Capim-buffel. Em geral, os fertilizantes químicos comerciais compostos (N-P-K), combinados com a calagem (ex. calcário dolomítico $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), podem fornecer boa parte das demandas dos macronutrientes. A estimativa da remoção de nutrientes pelo Capim-buffel, deve ser baseada em sua análise bromatológica, por exemplo, uma cultivar de Capim-buffel produzindo $8 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}$, com teores médios de proteína bruta de 9% (1,44% N), remove em sua massa de forragem colhida $\approx 115 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}$, o que pode requerer uma adubação nitrogenada de $\approx 125\text{-}150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}$, considerando as perdas e retenções do N aplicado no solo. Devido ao limitado período chuvoso de regiões como o semiárido brasileiro (3-5 meses), onde só é possível apenas 2-4 ciclos de cortes do Capim-buffel no ano, o parcelamento da aplicação dos adubos por ciclo de corte pode ajudar a reduzir as perdas da adubação. O uso e incorporação de adubos orgânicos (ex. esterco animal, compostagem e resíduos agroindustriais) ao solo, são alternativas para fornecer e repor de forma gradual parte dos macronutrientes, e principalmente dos micronutrientes, que geralmente não são diretamente comercializados. O uso adequado de adubos orgânicos também favorece o condicionamento do solo, e pode melhorar a qualidade e atividade microbiológica das pastagens de Capim-buffel a médio e longo prazo.

Dentre os macronutrientes minerais, o N é o mais presente no tecido vegetal, constituinte de proteínas, coenzimas, fitormônios, clorofilas e tem influência importante na respiração e fotossíntese (Marschner, 2011). Assim, em gramíneas forrageiras, maiores doses de N proporcionam maiores massa e acúmulo de forragem, além de estimularem perfilhamento. Abu-Alrub et al. (2014) avaliaram a produtividade do Capim-buffel cv. Laredo sob doses de N (0, 250, 500, 750 e 1000 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}$) na forma de ureia e com irrigação, em condições de clima árido nos Emirados Árabes Unidos. Os autores relataram aumento do acúmulo de forragem do Capim-buffel somente até a dose de $250 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ($36,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$). Os autores atribuíram este resultado às elevadas temperaturas do verão na região. Neste

sentido, o Capim-buffel apresenta média exigência em fertilidade do solo (Tabela 2) e conseqüentemente, menor resposta produtiva à adubação nitrogenada quando comparado à outras gramíneas forrageiras (Jank et al., 2013; Moreira et al., 2015; Sollenberg et al., 2020).

Tabela 2. Agrupamento de gramíneas forrageiras em função de suas exigências em fertilidade do solo

Exigência nutricional ¹	Gramínea forrageira (espécie)
Alta	Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.), Capim-mombaça (<i>Panicum maximum</i> Jacq.), Capim-mombaça (<i>Brachiaria brizantha</i> Syn.)
Média	Capim-buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i> L.), <i>Brachiaria decumbens</i> , <i>Andropogon gayanus</i>
Baixa	Grama-batatais (<i>Paspalum notatum</i> Flügge), Capim-gordura (<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.)

¹Fontes: Fonseca & Martuscello (2010); Jank et al. (2013); Sollenberg et al. (2020).

Já o P é um macronutriente mineral importante para armazenamento de energia e integridade estrutural da célula vegetal, além de ter papel central nas reações de síntese de ATP (Marschner, 2011). O P também tem relação importante com o desenvolvimento do sistema radicular, já que influencia no tamanho final das células diferenciadas da raiz e também sua divisão celular (Silva & Delatorre, 2009).

Como o P é um macronutriente, as respostas produtivas do Capim-buffel à adubação fosfatada também são consideráveis (Moreira et al., 2015). Em Serra Talhada, Pernambuco, Oliveira Neto et al. (2018) avaliaram densidade da forragem em área de Caatinga enriquecida com Capim-buffel, Capim-corrente (*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy) e adubada com diferentes doses de P₂O₅ (0, 50 e 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹) na forma de superfosfato triplo. Os autores observaram aumento da densidade da forragem em função das doses de P (Figura 1). Além disso, observaram que a participação do Capim-buffel na vegetação aumentou de aproximadamente 30% para 60%, ao final do experimento. Neste sentido, sabe-se que a adubação contribui para a modificação da composição botânica, e pela rápida resposta produtiva, gramíneas como o Capim-buffel são favorecidas em relação às leguminosas e cactáceas (Dubeux Júnior et al., 2013; Oliveira Neto et al., 2018).

Já o K é um macronutriente fundamental na abertura e fechamento de estômatos das plantas, logo, importante para as trocas gasosas da fotossíntese e respiração. Além disso, apresenta importância em ativações enzimáticas e síntese de algumas proteínas (Marschner, 2011). Outros macronutrientes como Ca, Mg e S

também são importantes para as plantas e especialmente para manutenção do pH do solo ideal para cultivo (Portz et al., 2013).

Em relação aos micronutrientes, assume-se que ocorra deficiência nos solos brasileiros utilizados para pastagens, entretanto há pouca atenção para esta realidade (Almeida et al., 2015). Por outro lado, devido à elevada capacidade extratora de nutrientes por parte das gramíneas como o Capim-buffel, deficiências de micronutrientes essenciais são pouco comuns. Nascimento Júnior et al. (2021) avaliaram a concentração de zinco (Zn), manganês (Mn), ferro (Fe) e níquel (Ni) em plantas da Caatinga da região de Irecê, na Bahia. Os autores destacaram que o milho (*Zea mays* L.) e o Capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) tiveram as maiores concentrações de Zn, Fe, e Mn em comparação a outras espécies como a banana (*Musa* spp.), a mamona (*Ricinus communis* L.) e o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). A maioria desses micronutrientes minerais foram encontrados nas raízes, frutos e colmos.

As pastagens abrigam uma rica biodiversidade, incluindo insetos-praga que podem reduzir a produtividade dos pastos (Valério & Nakano, 1988). No entanto, o combate às pragas de maior incidência é pouco comum no manejo das pastagens, já que os produtores atribuem menor valor às mesmas, em comparação às culturas anuais de lavouras (Valério, 2013), fato que não é diferente ao se considerar pastagens de Capim-buffel.

Além disso, o Capim-buffel é uma espécie apomítica, fato que pode gerar vulnerabilidade de alguns genótipos (Ribeiro et al., 2019). Assim, alguns deles são susceptíveis às cigarrinhas (*Notozulia entreriana*) e cigarrinhas-das-pastagens (*Deois flavopicta*). Estas são pragas generalizadas e frequentes em pastagens de gramíneas tropicais, cujo os maiores danos são causados pelas ninfas (Cosenza et al., 1989; Foieri et al., 2016).

Desta forma, a resistência à pragas e doenças é uma característica desejável na seleção de variedades nos programas de melhoramento genético (Valério, 2013). Cosenza et al. (1989) avaliaram o número de ninfas m⁻² de cigarrinhas-das-pastagens em dosséis de Capim-buffel cv. Biloela e Capim-buffel CL 1004. Os autores atribuíram alta susceptibilidade a cultivar Biloela (102 ninfas m⁻²) e em contrapartida, resistência da variedade CL 1004 (apenas 11 ninfas m⁻²). Souza & Araújo Filho (2007) apontam que o Capim-buffel cv. Aridus também é resistente às cigarrinhas-das-pastagens. Por outro lado, Foieri et al. (2016) classificaram o Capim-buffel como hospedeiro e fonte de nutrientes para cigarrinhas.

Já a lagarta-do-capim (*Mocis latipes*) é uma praga ocasional que também ataca pastagens de Capim-buffel periodicamente, principalmente na estação chuvosa (Reinert, 1975; Valério, 2013). Neste sentido, numa coleção de 120 acessos, Oliveira

(1999) identificou seis destes como promissores para resistência ao ataque da lagarta-do-capim: Molopo, Lawes, 49 Quissamã, Buchuma Conosite, PI 409157 Texas e PI 409168 Texas.

Por outro lado, as doenças também podem causar danos severos às pastagens. Agentes patogênicos como fungos, bactérias, vírus e nematoides podem reduzir o acúmulo de forragem e a qualidade das sementes. A doença mais comum e relevante do Capim-buffel é o ergotismo, que acomete as inflorescências e sementes das plantas. A doença é causada por fungos *Claviceps* spp. (Hemckmeier et al., 2018). Pažoutová et al. (2011) descobriram a espécie *Claviceps tenuispora* em gramíneas dos gêneros *Cenchrus* e *Pennisetum* no Brasil, nos Estados Unidos e no Zimbábue. Todavia, Souza & Araújo Filho (2007) destacam que cultivares do Capim-buffel como Aridus e Molopo não apresentam problemas fitossanitários graves. Jones (2013) não observou nenhum tipo de infecção viral no Capim-buffel em um estudo epidemiológico envolvendo 21 gramíneas nativas ou cultivadas da Austrália.

Produção de forragem

A massa de forragem pode variar de 2.000 a 3.000 kg ha⁻¹ MS com precipitação reduzida, e de 8.000 a 12.000 kg ha⁻¹ MS com precipitação regular (Ayerza, 1995).

Todavia, essa produtividade depende de outros fatores ambientais e de manejo. Neste sentido, a produção de forragem do Capim-buffel em Caatinga manipulada, por exemplo, está relacionada a fatores como temperatura, precipitação, composição botânica da pastagem, taxa de lotação, adubação, irrigação, frequência e intensidade de desfolha (Silva & Andrade, 2013; Gomes et al., 2019). Oliveira et al. (2015) avaliaram a massa de forragem de Caatinga raleada na microrregião do Pajeú, em Serra Talhada, Pernambuco. A massa de forragem variou de 422 a 1.262 kg ha⁻¹. No entanto, a participação das gramíneas, com o Capim-buffel em maior proporção na forragem colhida foi baixa, de apenas 181 kg ha⁻¹. Segundo os autores, as práticas de manejo utilizadas não favoreceram o crescimento do Capim-buffel.

Nessas regiões de clima árido ou semiárido, a produção de forragem também pode ser modificada por irrigação e, ou, sombreamento, pela modificação da eficiência do uso de luz e água pelas plantas. Souza et al. (2017) avaliaram a produtividade do Capim-buffel em diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 26, 39, 55%), em Serra Talhada, Pernambuco. Os autores observaram redução de cerca de 4.000 para 2.000 kg ha⁻¹ de MS para pleno sol e 39% de sombra, respectivamente. Isto porque, a radiação luminosa reduzida pela sombra foi determinante para o menor

crescimento da planta. Já Mazahrih et al. (2016) avaliaram o acúmulo de forragem do Capim-buffel sob quatro níveis de irrigação (40, 65, 100 e 125% do referencial de evapotranspiração – ET_0) na região árida do Omã. Os autores observaram maior acúmulo ($31,72 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) sob o maior nível de irrigação (125% ET_0) e destacaram a alta eficiência do uso da água pelo Capim-buffel, comum às gramíneas C_4 quando comparadas às plantas C_3 (Yamori et al., 2014).

Aspectos de valor nutritivo, formas de utilização e desempenho animal

Entre as principais formas de utilização forrageira dos cultivares de Capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), podem ser destacadas o pastejo e o corte, diferimento, fenação e ensilagem (Quadro 1). No pastejo e corte, o Capim-buffel pode ser cultivado em monocultivos, ou em pastagens consorciadas. Em geral, nas pastagens consorciadas o Capim-buffel pode ser cultivado com outras espécies gramíneas ou com leguminosas forrageiras (Quadro 1). A utilização de leguminosas forrageiras tem sido uma tendência nos consórcios com gramíneas tropicais pois pode aumentar significativamente a fixação biológica de nitrogênio (N_2) nas pastagens, assim como elevar a oferta de conteúdo proteico dos pastos, entre outros benefícios (Quadro 1). Outra forma de crescimento consorciado do Capim-buffel que é praticada nas regiões semiáridas do bioma Caatinga, é a utilização do Capim-buffel para enriquecer o suporte forrageiro da vegetação nativa, que geralmente é composta de uma alta diversidade de grupos botânicos sem ou com baixo potencial forrageiro.

Quadro 1 - Formas de utilização do Capim-buffel: vantagens e desvantagens

Forma de utilização	Vantagens	Desvantagens
Pastejo e corte em monocultivo	<ul style="list-style-type: none"> • Maior uniformidade e precisão nas estimativas da produção e composição bromatológica do pasto; • Possibilidade de maior precisão na adubação; • Facilidade no manejo do pastejo e mecanização do corte; • Menor competição interespecífica por nutrientes, luz e água; • Produção, colheita e formação de bancos de sementes; • Maior possibilidade de uso controlado de herbicidas e do fogo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Custos no preparo do solo e plantio mecanizado (desmatamento, queima, destocamento, aração e gradagem); • Baixa diversidade botânica e bromatológica do pasto; • Estacionalidade na oferta e qualidade da forragem; • Maiores requerimentos em adubação com fontes de N; • Esgotamento de nutrientes do solo; • Possibilidade de perdas em larga escala por pragas e doenças; • Impactos ambientais com invasão de ecossistemas nativos.
Consortiação com gramíneas	<ul style="list-style-type: none"> • Oferta diversificada de forragem; • Redução dos efeitos da sazonalidade no pasto; • Melhor exploração das raízes no solo; • Rotação cultural; • Plantio direto (ex. milho, sorgo, Milheto); • Menor possibilidade de perdas totais por pragas e doenças. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor uniformidade e precisão nas estimativas de produção e composição bromatológica do pasto; • Maior competição por nutrientes, luz e água entre diferentes espécies; • Manejo mais complexo quando comparado ao monocultivo; • Colheita de sementes dificultada; • Seletividade de pastejo e supressão de espécies.
Consortiação com leguminosas	<ul style="list-style-type: none"> • Fixação biológica de N₂ nas pastagens; • Aumento da oferta proteica; • Menores custos com adubação nitrogenada; • Redução dos efeitos da sazonalidade no pasto; • Maior exploração das raízes no solo; • Oferta diversificada de forragem; • Melhoria na qualidade da serapilheira e ciclagem de nutrientes; • Redução de impactos ambientais e paisagísticos do monocultivo; • Benefícios do uso de sistemas silvipastoris com leguminosas arbóreas; • Menor possibilidade de perdas totais por pragas e doenças. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor uniformidade e precisão nas estimativas de produção e composição bromatológica do pasto; • Maior competição por nutrientes, luz e água entre as espécies; • Adubação mais complexa e diferenciada comparado ao monocultivo; • Efeito do sombreamento por leguminosas arbustivas-arbóreas; • Manejo do pastejo e corte mais complexos comparado ao monocultivo; • Colheita de sementes dificultada; • Seletividade do pastejo e supressão de espécies.
Enriquecimento de vegetação nativa	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da capacidade de suporte de áreas com baixa produtividade; • Maior diversidade botânica da pastagem; • Utilização e conservação de recursos nativos; • Habitat para fauna local; • Conservação e proteção do solo; • Maior exploração das raízes no solo; • Ciclagem de nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de técnicas como raleamento e rebaixamento (ex. Caatinga); • Maior presença de espécies não forrageiras e tóxicas; • Espécies nativas mais adaptadas e competitivas; • Efeito do sombreamento por espécies arbustivo-arbóreas. • Menor uniformidade e precisão nas estimativas de produção e composição bromatológica do pasto; • Risco no uso do fogo; • Seletividade do pastejo e supressão de espécies; • Impactos ambientais da invasão biológica do Capim-buffel nos ecossistemas nativos.

Continuação...

Diferimento	<ul style="list-style-type: none"> ● Estoque de biomassa de forragem para estação seca; ● Menor consumo de nutrientes do solo; ● Proteção e cobertura do solo por um maior período; ● Não exigência de técnicas mecanizadas e menor custo com mão de obra em comparação com a fenação e a ensilagem; ● Manutenção do dossel forrageiro; ● Produção e formação de bancos de sementes no solo. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Perda do valor nutricional; ● Diminuição da palatabilidade e aceitação pelos animais; ● Necessidade de suplementação e uso aditivos (ex. proteína, carboidratos solúveis); ● Forragem com menor conteúdo de água; ● Necessidade de vedação do pasto; ● Menor produtividade por área e menor maximização do acúmulo de forragem (MS ha⁻¹ ano); ● Risco de fogo.
Fenação	<ul style="list-style-type: none"> ● Conservação da forragem para períodos de estiagem e seca prologada; ● Menores perdas em qualidade da forragem comparado ao diferimento do pasto; ● Maximização da produtividade em sucessivos cortes; ● Uniformidade e precisão na estimativa da produção e composição bromatológica da forragem; ● Mecanização do corte; ● Redução do impacto do pisoteio animal; ● Possibilidade de venda do excedente de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Perdas de nutrientes comparado a forragem verde no pasto; ● Menor tempo de conservação e conteúdo de água comparado a ensilagem; ● Riscos de perdas no armazenamento (ex. decompositores, roedores) e por combustão; ● Necessidade de investimento em maquinário, mão de obra e locais de armazenagem; ● Redução na produção sementes em caso de colheita precoce; ● Menor diversidade botânica do pasto; ● Exportação de nutrientes do solo; ● Redução da ciclagem de nutrientes.
Ensilagem	<ul style="list-style-type: none"> ● Conservação da forragem para períodos de estiagem e seca prologada; ● Menores perdas em qualidade da forragem comparado ao diferimento do pasto; ● Maximização da produtividade; ● Uniformidade e precisão na estimativa da produção e composição bromatológica da forragem; ● Mecanização do corte; ● Redução do impacto do pisoteio animal; ● Maior conteúdo de água no material conservado; ● Maior tempo de conservação da forragem do que a fenação; ● Possibilidade de venda do excedente de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Perdas de nutrientes comparado a forragem verde no pasto; ● Necessidade de investimento em maquinário, mão de obra e locais de armazenagem; ● Alto risco de perdas durante o processo de ensilagem; ● Riscos de perdas no armazenamento e fornecimento; ● Redução na produção sementes em caso de colheita precoce; ● Produção de efluentes; ● Baixo teores de carboidratos solúveis e efeito tamponante na forragem do Capim-buffel; ● Necessidade do uso de aditivos no processo de ensilagem; ● Risco no fornecimento à equídeos.

Observação: para o diferimento, fenação e ensilagem, suas vantagens e desvantagens somadas as do método de cultivo: monocultivo, consórcio ou enriquecimento.

Uma vez formada a pastagem de Capim-buffel, o seu uso em monocultivo apresenta entre suas principais vantagens a possibilidade de uma melhor uniformização da pastagem, com estimativas mais precisas dos parâmetros produtivos e qualitativos comparados com pastagens consorciadas (Quadro 1). Em pastagens de Capim-buffel sob monocultivos, há uma possibilidade de uma resposta mais uniforme à adubação, assim como ao manejo de pastejo e corte. Os sistemas de monocultivo de Capim-buffel também apresentam diversas desvantagens, entre as principais, uma maior estacionalidade da oferta e qualidade da forragem no pasto, maiores requerimentos em adubação com N, possibilidade de invasão de

ecossistemas nativos pelo Capim-buffel entre outros (Quadro 1). Em sistemas de monocultivo a produtividade média dos cultivares de Capim-buffel no semiárido brasileiro pode variar entre 4-12 t MS ha⁻¹ ano, considerando variações em função dos índices pluviométricos da região (350-700 mm ano⁻¹), cultivares de Capim-buffel disponíveis atualmente, manejo do pasto e adubação. Esses níveis de produtividade do monocultivo de Capim-buffel podem fornecer uma capacidade de suporte média estimada de 0,9-2,7 unidade animal (UA) ha⁻¹ ano, considerando um consumo médio de 12 kg MS dia⁻¹ por UA= 454 kg.

No manejo do corte do Capim-buffel deve-se considerar o estágio de desenvolvimento da planta através de uma combinação de fatores que incluem o acúmulo de massa verde de forragem, estágio fenológico, relação folha: caule, altura da planta e qualidade bromatológica do pasto. Inicialmente, quatro fatores são fundamentais para variações nos níveis de produtividade do Capim-buffel, o tipo de cultivar, disponibilidade hídrica (precipitação/irrigação), adubação e o manejo do corte. A maior parte das cultivares de Capim-buffel cultivadas no semiárido brasileiro (350-700 mm precipitação ano⁻¹) são cortadas quando atingem altura média de 60-80 cm, que pode ocorrer entre 35-60 dias, dependendo dos fatores acima citados. Recomenda-se que o manejo do corte do Capim-buffel seja baseado na avaliação geral dos parâmetros produtivos e qualitativos de cada cultivar em cada situação de cultivo. Essencialmente, deve-se preservar uma altura residual mínima de 15-20 cm de altura pós-pastejo do dossel de Capim-buffel, ou uma equivalência de 15-20% do dossel forrageiro pré-pastejo, permitindo um índice de área foliar residual pós-pastejo suficiente para garantir uma rebrota da pastagem sem esgotamento dos carboidratos de reserva.

O pastejo do Capim-buffel deve seguir parâmetros similares ao do manejo do corte anteriormente explicado, no qual a entrada dos animais na pastagem ou a taxa de lotação (UA ha⁻¹ dias) devem ser ajustadas de forma a permitir que a planta seja consumida ou colhida em estádios de maturação que garantam o máximo de acúmulo de forragem verde por área (kg MS verde ha⁻¹), combinada a uma boa qualidade da forragem. No campo, a qualidade da forragem pode ser visualmente predita pela relação entre o material verde: senescente da planta, relação folha: colmo, teor de umidade da forragem, assim como pela observação na preferência de consumo pelos animais. Em termos nutricionais, deve-se evitar colher ou pastejar o Capim-buffel em estádios de maturação avançados, como pós-floração, pois ocorrerá queda nos níveis de proteína bruta e digestibilidade da forragem, o que poderá acarretar redução no consumo e desempenho nutricional dos animais em pastejo. Os animais devem ser removidos das pastagens de Capim-buffel quando altura residual do dossel estiver

entre 15-20 cm, ou caso o resíduo pós-pastejo esteja entre 15-20% da biomassa inicial do pasto. Deve-se essencialmente permitir que o resíduo pós-pastejo possua uma adequada presença de material com potencial fotossintético (folhas verdes), o que aumenta as chances de uma rebrota mais vigorosa e sustentável a longo prazo.

A utilização do Capim-buffel em sistemas de consórcio exige uma dinâmica diferenciada em termos de manejo da pastagem quando comparado ao monocultivo. Alguns fatores que podem influir diretamente nas decisões de manejo do Capim-buffel em consórcio incluem: espécies botânicas envolvidas no consórcio (tipo, quantidade e porte), competição (nutrientes, luz e água), taxa de lotação, seletividade animal (pastejo, ramoneio), colheita da forragem (pastejo contínuo, rotacionado ou corte), sistema produtivo (silvipastoril, enriquecimento da vegetação ou consórcio com herbáceas), entre outros fatores. O consórcio do Capim-buffel com espécies leguminosas nativas ou adaptadas ao ambiente semiárido tem sido estimulado, entre as espécies destacam-se: mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.), leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.), estilosantes (*Stylosanthes* spp.), feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), jureminha. (*Desmanthus virgatus* L.) entre outras. Devido à grande diversidade de leguminosas passíveis de serem consorciadas com o Capim-buffel, fatores específicos como porte e o tipo sistema produtivo (Quadro 1), podem melhor direcionar as estratégias de manejo mais adequadas para cada sistema.

No que refere a adubação do Capim-buffel em consórcio com leguminosas, pode haver uma redução na demanda pela aplicação de N, devido a possibilidade de fixação biológica (N₂) pelas leguminosas, porém outros nutrientes como P e K podem ter suas demandas aumentadas. Em relação ao pastejo, dependendo da espécie e da época do ano, pode haver uma maior pressão de pastejo no Capim-buffel ou na leguminosa do consórcio. Em consórcios com leguminosas do tipo arbustiva-arbórea (ex. sistema silvipastoril, enriquecimento de Caatinga), deve-se levar em consideração que o Capim-buffel pode ter sua produtividade por área reduzida devido ao sombreamento e competição com espécies nativas mais adaptadas, e com sistemas radiculares mais profundos. Devido a sua considerável agressividade e resistência, o consórcio do Capim-buffel com leguminosas herbáceas de crescimento lento, pode acabar favorecendo a gramínea, com supressão do desenvolvimento das leguminosas. No Quadro 1, podem ser avaliadas as principais vantagens e desvantagens de consorciar o Capim-buffel com outras espécies gramíneas, com leguminosas forrageiras e com a vegetação nativa.

Devido ao fato do Capim-buffel possuir uma relativa boa produtividade e persistência em áreas semiáridas, é extremamente recomendado a sua conservação

para fins de formação de estoques de massa de forragem para os períodos secos, assim como, para preservação da sua qualidade nutricional, visto que em áreas com déficit hídrico a qualidade do pasto pode decair rapidamente. Em comparação com outras gramíneas de ciclos produtivos mais curtos, perenes ou não, e com maiores índices de produtividade por área (ex. milho, sorgo, Milheto), a escolha do Capim-buffel para formação de áreas específicas para produção e conservação de forragem deve levar em consideração uma série de fatores que incluem: custo de produção, investimento em maquinário, método (diferimento, fenação ou ensilagem), uso de aditivos, tipo e tamanho do rebanho, objetivos comerciais entre outros. No Quadro 1, podem ser visualizadas as principais vantagens e desvantagens, do uso do diferimento, fenação e ensilagem na conservação da forragem de Capim-buffel.

Os avanços nas pesquisas e no cultivo do Capim-buffel têm focado na seleção de cultivares mais adaptados ao déficit hídrico, produtivos, responsivos a adubação, com melhores características bromatológicas e de desempenho animal. No Brasil diversas cultivares do Capim-buffel podem ser encontradas no mercado e no meio rural (ex. Biloela, Numbank, Molopo, Americano, Gayndah, Áridus, Tanzânia, Buchuma, Pusa Giant, Irã). Algumas cultivares como a Áridus são mais facilmente encontradas no comércio de sementes. Em média, uma saca com 8-10 kg de sementes de Capim-buffel pode ser adquirida no mercado por valores atuais que variam entre R\$: 100 e 250 reais. Devido à quantidade de cultivares disponíveis no mercado, assim como as possíveis variações advindas do manejo do corte, efeitos da precipitação e clima, adubação, tipo de cultivo entre outros fatores, na Tabela 3 são apresentados os principais dados de pesquisa relativos à produtividade, composição bromatológica e desempenho animal de pastagens de Capim-buffel.

Tabela 3. Características produtivas, estruturais, bromatológicas e de desempenho animal do Capim-buffel

Produtivas e estruturais	Variação	Fonte
Produtividade (t MS ha ⁻¹ ano)	4-12	Silva et al. (1987); Oliveira et al. (1993); Vasconcelos et al. (2012)
Capacidade de suporte (UA ha ⁻¹ ano) UA= 454 kg, consumo médio 12 kg MS dia ⁻¹	0.8-2	Oliveira et al. (1993); Vasconcelos et al. (2012)
Intervalo de corte (dias)	35-50	Silva et al. (2011); Vasconcelos et al. (2012)
Altura do Capim-buffel (cm)	80-110	Silva et al. (1987); Oliveira et al. (1993); Silva et al. (2011)
Altura do resíduo pós-pastejo	15-40	Oliveira et al. (1993); Silva et al. (2011)
Relação folha: caule	0,6-1,32	Silva et al. (1987); Pinho et al. (2013)
Produção de sementes (kg MS ha ⁻¹ colheita)	30-70	Oliveira et al. (1993)
Bromatológica (Forragem verde)		
Matéria seca (MS) (g kg ⁻¹)	180-320	Monção et al. (2011); Silva et al. (2011); Vasconcelos et al. (2012); Coelho et al. (2018)
Proteína bruta (g kg ⁻¹ MS)	60-130	García-Dessommes et al. (2003); Monção et al. (2011); Silva et al. (2011); Vasconcelos et al. (2012); Coelho et al. (2018)
Fibra em detergente neutro (g kg ⁻¹ MS)	690-790	García-Dessommes et al. (2003); Silva et al. (2011); Vasconcelos et al. (2012); Voltolini et al. (2014); Coelho et al. (2018)
Fibra em detergente ácido (g kg ⁻¹ MS)	350-520	García-Dessommes et al. (2003); Silva et al. (2011); Vasconcelos et al. (2012); Voltolini et al. (2014); Coelho et al. (2018)
Minerais (Cinzas) (g kg ⁻¹ MS)	88-119	Ronquillo et al. (1998); García-Dessommes et al. (2003); Silva et al. (2011); Voltolini et al. (2014)
Hemicelulose (g kg ⁻¹ MS)	178-330	García-Dessommes et al. (2003); Silva et al. (2011); Vasconcelos et al. (2012)
Celulose (g kg ⁻¹ MS)	367-432	García-Dessommes et al. (2003); Silva et al. (2011);
Lignina (g kg ⁻¹ MS)	33-60	Ronquillo et al. (1998); García-Dessommes et al. (2003); Silva et al. (2011); Coelho et al. (2018)
Extrato etéreo (g kg ⁻¹ MS)	12-18	Monção et al. (2011); Moreira et al. (2007)
Digestibilidade da matéria seca (%)	42-54	García-Dessommes et al. (2003); Monção et al. (2011); Coelho et al. (2018)
P (g kg ⁻¹ MS)	1,1-1,7	García-Dessommes et al. (2003)
K (g kg ⁻¹ MS)	29-47	García-Dessommes et al. (2003)
Ca (g kg ⁻¹ MS)	8-8,9	García-Dessommes et al. (2003)
Mg (g kg ⁻¹ MS)	1,7-2,6	García-Dessommes et al. (2003)
Desempenho animal (Ruminantes)		
Ganho de peso (kg UA dia ⁻¹)	0,2-1*	Oliveira et al. (1993); Bowen e Chudleigh (2018)
Produção de leite (kg UA dia ⁻¹)	2,6 – 5,5*	Santos et al. (2006)

Observação: valores médios baseados em pesquisas com diferentes cultivares de Capim-buffel, condições climatológicas e sistemas de manejo. UA= Unidade animal. *Variações em função de suplementação energético-proteica na dieta.

A produtividade média do Capim-buffel tem sido reportada variar entre 4-12 t MS ha⁻¹ ano, esta alta flutuação ocorre em função de uma série de fatores como o tipo de cultivar, manejo do corte, fatores climáticos, irrigação, adubação entre outros. Maiores índices de produtividade, podem ser alcançados com investimentos em adubação, precisão no manejo de corte e disponibilidade hídrica. No que se refere aos fatores bromatológicos, as cultivares de Capim-buffel em geral apresentam uma qualidade de forragem mediana, sendo caracterizadas por um relativo baixo conteúdo proteico 60 a 130 g kg⁻¹ MS (Tabela 3), especialmente quando colhidas pós-floração, e com baixa digestibilidade da MS, variando em torno de 420 a 540 g kg⁻¹ MS.

Para atingir níveis mais elevados de produtividade animal em pastagens de Capim-buffel, tem se buscado fornecer em conjunto outros alimentos que suplementem as demandas de proteína e carboidratos solúveis dos animais. No que se refere a proteína, tem se usado o consórcio com leguminosas forrageiras, suplementação nitrogenada com ureia (N) e concentrados proteicos (ex. farelo de soja, farelo de algodão), no que se refere aos carboidratos solúveis, a suplementação com palma forrageira, melaço, farelo de milho, farelo de trigo entre outros, tem sido opções dos produtores rurais. Outra forma de melhorar a qualidade da dieta em pastagens de Capim-buffel é o manejo otimizado do corte visando uma melhor composição bromatológica. A opção por técnicas de conservação que melhor preservem a qualidade da forragem também ajuda a incrementar os índices de desempenho animal em pastagens de Capim-buffel ao longo do ano. Em síntese, devido a sua boa adaptabilidade e produtividade em áreas com baixas precipitações, o Capim-buffel deve ser considerado no portfólio de forrageiras consolidadas para o semiárido brasileiro.

Deve-se atentar ao fato que diversas gramíneas tropicais utilizadas sob pastejo podem causar casos de fotossensibilidade em ruminantes, que podem ser primárias, via ingestão de agentes fotodinâmicos que atingem a corrente sanguínea, ou secundária, quando ocorre lesão hepática por agentes como toxinas, bactérias, e principalmente pela presença de micotoxinas na forragem produzidas pelos fungos saprófitos da espécie *Pithomyces chartarum* (Berk. & M.A. Curtis) M.B. Ellis (Borges et al., 2005; Knupp et al., 2016). Como estratégia, deve-se evitar acúmulo de material em senescência nas pastagens, especialmente durante períodos quentes e úmidos, pois favorecem a proliferação do fungo *P. chartarum*.

Perspectivas

As características do Capim-buffel evidenciam sua adaptação às condições de clima semiárido. As características das sementes, os aspectos produtivos e as respostas à adubação e irrigação, mesmo em condições adversas de temperatura e precipitação, confirmam tal adaptação. Neste sentido, a seleção de novas variedades e o lançamento de cultivares permitem combater pragas e doenças que reduzem a produtividade e persistência da cultura. Além disso, é importante desenvolver estratégias de manejo de corte e pastejo que levem em conta sua alta adaptação no Semiárido do Nordeste.

Referências bibliográficas

ABU-ALRUB, I.; ARAN, A.; HAMAD, O. et al. Yield and quality of *Cenchrus ciliaris* (L.) affected by nitrogen and phosphorus fertilization. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 12, n. 3&4, p. 139-142, 2014.

AL-DAKHEEL, A. J.; HUSSAIN, M. I. Genotypic variation for salinity tolerance in *Cenchrus ciliaris* L. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1090, 2016.

ALMEIDA, G. M.; CANTO, M. W. de.; BARTH NETO, A. et al. Resposta da cultura de sementes de capim-mombaça a épocas e doses de adubação de boro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1545-1557, 2015.

AYERZA, R. **El Buffel grass: utilidad y manejo de una promisoría gramínea**. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur, 1995.

BORGES, L.; DOMINGUES, M.; MATTEI, S.; MIYAZAWA, M.; SINCINETTI, J.; SANTOS, P. C. G.; PYLES, M. D. Fotossensibilização secundária pela ingestão de Brachiária em bovino. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária** [En línea], (2005).

BOWEN, M.K.; CHUDLEIGH, F. Grazing pressure, land condition, productivity and profitability of beef cattle grazing buffel grass pastures in the subtropics of Australia: a modelling approach. **Animal Production Science**, v.58, p.1451–1458, 2018.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 11 de maio de 2008. Estabelece normas e padrões para produção e comercialização de sementes de espécies forrageiras. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília-DF, 2008. Seção I. 45p.

- BRAY, R A. Evidence for facultative apomixis in *Cenchrus ciliaris*. **Euphytica**, v.27, p.801–804. 1978.
- BRUNO, L. R. G. P.; ANTONIO, R. P.; ASSIS, J. G. de. A. et al. Buffel grass morphoagronomic characterization from cenchrus germplasm active bank. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 2, p. 487-495, 2017.
- CARRIZO, I. M.; COLOMBA, E. L.; TOMMASINO, E. et al. Contrasting adaptive responses to cope with drought stress and recovery in *Cenchrus ciliaris* L. and their implications for tissue lignification. *Physiologia Plantarum*, 2020.
- COÊLHO, J.J.; MELLO, A. C. L. de.; SANTOS, M. V. F. dos. et al. Prediction of the nutritional value of grass species in the semiarid region by repeatability analysis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53, p.378–385, 2018.
- COOK, B. et al. 2020. Tropical Forages: an interactive selection tool. CSIRO, DPI & F (Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia. Disponível em: < https://www.tropicalforages.info/text/entities/cenchrus_ciliaris.htm>. Acesso em: 15 dez. 2020.
- COSENZA, G. W.; ANDRADE, R. P. de.; GOMES, D. T. et al. Resistência de gramíneas forrageiras à cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 8, p. 961-968, 1989.
- DIAS, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p.243-252, 2011.
- DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Ciclagem de nutrientes em pastagens. In: REIS, R.A. et al. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. (Ed. 1). Jaboticabal: Funep, 2013. p. 81-92.
- ELSHAMY, A. I.; GENDY, A. E. N.; ABD-ELGAWAD, A. M. et al. Chemical characterization of *Euphorbia heterophylla* L. essential oils and their antioxidant activity and allelopathic potential on *Cenchrus echinatus* L. **Chemistry & Biodiversity**, v. 16, n. 5, p. e1900051, 2019.
- FILGUEIRAS, T. S. O gênero *Cenchrus* L. no Brasil (Gramineae: Panicoideae). **Acta Amazonica**, v. 14, n. 1-2, p. 95-127, 1984.
- FOIERI, A.; LENICOV, A. M. M. de. R. and VIRLA, E. G. Descriptions of the immature stages and new host plant records of *Notozulia entreriana* (Berg) (Hemiptera: Cercopidae) pests of grasses in subtropical areas of the Americas. **Zootaxa**, v. 4103, n. 1, p. 54-62, 2016.
- FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. Adução e fertilidade do solo em capim-elefante. In: LIRA, M. A. et al. **Capim-elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA/UFRPE, 2010. p. 113-144.

GARCÍA-DESSOMMES, G. J.; LOZANO, R. G. R.; FOROUGHBACKHCH, R. P. et al. Ruminant digestion and chemical composition of new genotypes of buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.). **Interiencia**, v.28, p.220–224, 2003.

GHANNOUM, O.; WARD, J.; PAUL, M. et al. The sensitivity of photosynthesis to phosphorus deficiency differs between C3 and C₄ tropical grasses. **Functional Plant Biology**, v. 35, n. 3, 2008.

GOMES, F. M.; OLIVEIRA, C. C. de.; MIRANDA, R. da R. et al. Relationships between soil seed bank composition and standing vegetation along chronosequences in a tropical dry forest in north-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 35, n. 4, p. 173-184, 2019.

HALL, M. H.; WILLIAMSON, J. A. and NEWMAN, Y. C. Forage Establishment and Renovation. In: MOORE, K. J. **Forages: The Science of Grassland Agriculture** Vol. II, 2020. p. 455-472.

HEMCKMEIER, D.; GALINDO, C. M.; MELCHIORETTO, E.; GAVA, A.; CASA, R. T. *Claviceps purpurea* e *Bipolaris* sp. como causa de ergotismo em bovinos no estado de Santa Catarina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, n.38, p.875-882, 2018.

HIWALE, S. Sustainable horticulture in semiarid dry lands. Nova Déli: Springer India, 2015.

JANK, L. et al. Gramíneas de clima tropical. In: REIS, R.A. et al. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. (Ed. 1). Jaboticabal: Funep, 2013. p. 109-119.

JONES, R. A. C. Virus diseases of pasture grasses in Australia: incidences, losses, epidemiology, and management. **Crop and Pasture Science**, v. 64, n. 3, p. 216-233, 2013.

KIZIMA, J. B.; MTENGETI, E. J. and NCHIMBI-MSOLLA, S. Seed yield and vegetation characteristics of *Cenchrus ciliaris* as influenced by fertilizer levels, row spacing, and cutting height and season. **Livestock Research for Rural Development**, v. 26, n. 8, p. 2-18, 2014.

KOECH, O. K.; KINUTHIA, R. N.; MUREITHI, S. M. et al. Effect of varied soil moisture content on seed yield of six range grasses in the rangelands of Kenya. **Universal Journal of Agricultural Research**, v. 2, n. 5, p. 174-179, 2014.

KNUPP, S. N. R.; KNUPP, L. S.; RIET-CORREA, F.; LUCENA, R. B. Plants that cause photosensitivity in ruminants in Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.4, p. 2009-2019, 2016.

MANSOOR, U. et al. Structural modifications for drought tolerance in stem and leaves of *Cenchrus ciliaris* L. ecotypes from the Cholistan Desert. **Flora**, v. 261, p. 151485, 2019.

MARINHO, F. P.; MAZZOCHINI, G. G.; MAGALHÃES, A. P. et al. Effects of past and present land use on vegetation cover and regeneration in a tropical dryland forest. **Journal of Arid Environments**, v. 132, p. 26-33, 2016.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 2011.

MARSHALL, V. M.; LEWIS, M. M.; OSTENDORF, B. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: a review. **Journal of Arid Environments**, v. 78, p. 1-12, 2012.

MAZAHRIH, N. et al. Yield and water productivity of Buffel and Rhodes grasses under different irrigation water regimes using the sprinkler line-source system. **Grassland Science**, v. 62, n. 2, p. 112-118, 2016.

MONÇÃO, F.P. et al. O Capim-buffel. **Agrarian**, v.4, p.258–264, 2011.

MOREIRA, J. N.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; ARAÚJO, G..G.L; SILVA, G.G. Potencial de produção de capim buffel na época seca no semi-árido pernambucano. **Caatinga**, v.20, n.3, p.20-27, 2007.

MOREIRA, J. A. S. et al. Características morfogênicas, estruturais e produtivas de acessos de Capim-buffel. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 391-400, 2015.

NASCIMENTO JÚNIOR, A. L. et al. Heavy metals distribution in different parts of cultivated and native plants and their relationship with soil content. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v.18, n.1, p.225-240, 2021.

NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. 1ª ed. Viçosa: SBCS, 2007.

OLIVEIRA JÚNIOR, I. S.; SILVA, V. M. Folhetos explicativos. 2008. Disponível em:<ipa.br/resp33.php#:~:text=O%20plântio%20normalmente%20é%20realizado,mesmo%20nenhuma%20cobertura%20de%20solo>.

OLIVEIRA NETO, P. M. et al. Dynamics of herbaceous vegetation in Caatinga manipulated with grazing exclusion under phosphate fertilization. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 1027, 2018.

OLIVEIRA, M. C. Capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.): seleção de cultivares para a região semiárida do Nordeste. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 14, Recife. **Anais...** Recife: SBG-Regional do Nordeste, 1999.

OLIVEIRA, M. C. et al. Capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) preservação ex-situ e avaliação aprofundada. In: QUEIROZ, M. A. et a. Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. (Ed.). Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. p. 1017-1033.

OLIVEIRA, M. C. O capim buffel nas regiões secas do Nordeste. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1981. 19p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular técnica, 5).

OLIVEIRA, M. C.; DRUMOND, M. A. Capim buffel: introducao e avaliacao no Nordeste semi-arido brasileiro. 1999. Disponível em: http://www.cpatosa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB301.pdf. Acesso em: 17/12/2020.

OLIVEIRA, M.C. **Capim-buffel: produção e manejo nas regiões secas do Nordeste**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1993.

OLIVEIRA, O. F. et al. Características quantitativas e qualitativas de Caatinga raleada sob pastejo de ovinos, Serra Talhada (PE). **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 223-229, 2015.

PAŽOUTOVÁ, S. et al. New *Claviceps* species from warm-season grasses. **Fungal Diversity**, v. 49, n. 1, p. 145-165, 2011.

PINHO, R. M. A. et al. Avaliação de fenos de Capim-buffel colhido em diferentes alturas de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, p.437–447, 2013.

PORTZ, A. et al. Recomendações de adubos, corretivos e manejo da matéria orgânica para as principais culturas do Estado do Rio de Janeiro. In: FREIRE, L. R. et al. Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro. (Ed.). Seropédica: Editora Universidade Rural, 2013. p.257-411.

RAJORA, M. P. et al. Response of genotypes to cutting management for seed yield in *Cenchrus ciliaris* under hot arid conditions. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: **Biological Sciences**, v. 86, n. 2, p. 455-462, 2014.

REINERT, James A. Life history of the striped grassworm, *Mocis latipes*. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 68, n. 2, p. 201-204, 1975.

RIBEIRO, S. O. et al. Quality of Top, Middle and Bottom Buffelgrass Seeds From Different Collecting Sites. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 9, p. 265-271, 2019.

RONQUILLO, M.G.; FONDEVILA, M.; URDANETA, A.B.; NEWMAN, Y. In vitro gas production from buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) fermentation in relation to the cutting interval, the level of nitrogen fertilisation and the season of growth. **Animal Feed Science and Technology**, v.72, p.19–32, 1998.

SANTOS, G.R.A.; GUIM, A.; FERREIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; BATISTA, A.M. V. Suplementação de vacas leiteiras a pasto no período seco no sertão pernambucano. **Archivos de Zootecnia**, v.55, p.239–249, 2006.

SANTOS, K.R.G. et al. Avaliação de descritores florais do Capim-buffel. Anais da XIV Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/204997/1/Avaliacao-de-descritores.pdf>. Acesso em: 17/12/2020.

SANTOS, R. M. et al. Germinação de sementes de Capim-buffel em diferentes temperaturas. **Pangeia Científica**, v. I, n 1, p. 11-16, 2013.

- SILVA, A. A.; DELATORRE, C. A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 8, n. 2, p. 152-163, 2009.
- SILVA, C.M.M. DE S.; OLIVEIRA, M.C. DE; SEVERINO, G. Avaliação da produtividade de treze cultivares de capim buffel, na região semi-árida de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, p.513–520, 1987.
- SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P. Caatinga como suporte forrageiro. In: REIS, R.A. et al. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. (Ed. 1). Jaboticabal: Funep, 2013. p. 187-197.
- SILVA, T.C.; EDVAN, R.L.; MACEDO, C.H.O. . Características morfológicas e composição bromatológica do Capim-buffel sob diferentes alturas de corte e resíduo. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v.5, 2011.
- SIMIONI, C.; VALLE, C. B. Meiotic analysis in induced tetraploids of *Brachiaria decumbens* Stapf. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.11, p.43-49, 2011.
- SOLLENBERGER, L. E. et al. Warm-Season Grasses for Humid Areas. In: MOORE, K. J. Forages: The Science of Grassland Agriculture Vol. II, 2020. p. 331-345.
- SOUSA, F. B.; ARAUJO FILHO, J. A. Capim búfel (*Cenchrus ciliaris* L.): uma opção para ovinos e caprinos. Comunicado Técnico (INFOTECA-E), Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2007.
- SOUZA, A. H. C. et al. Productivity and morphological characteristics of buffel grass intercropped with butterfly pea under shade conditions. **Bioscience Journal**, v. 33, n. 4, 2017.
- TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2017.
- VALÉRIO, J. R. Manejo de inseto-praga. In: REIS, R.A. et al. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. (Ed. 1). Jaboticabal: Funep, 2013. p. 317-332.
- VALÉRIO, J. R.; NAKANO, O. Danos causados pelo adulto da cigarrinha *Zulia entrecianaria* na produção e qualidade de *Brachiaria decumbens*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 5, p. 447-453, 1988.
- VASCONCELOS, W. A. et al. Produção de fitomassa e composição químico-bromatológica do capim buffel adubado com digesta bovina sólida. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v.6, 2012.
- VOLTOLINI, T. V.; ARAÚJO, G. G. L.; SOUZA, R. A. Silagem de Capim-buffel: alternativa para a alimentação de ruminantes na região Semiárida. Embrapa Semiárido-Documentos (INFOTECA-E), 2014.

YAMORI, W.; HIKOSAKA, K.; WAY, D. A. Temperature response of photosynthesis in C₃, C₄, and CAM plants: temperature acclimation and temperature adaptation. **Photosynthesis research**, v.119, n.1, p.101-117, 2014.

Capim-urocloa, alternativa para região semiárida

Luíce Gomes Bueno¹
Diego Barcelos Galvani²
Tadeu Vinhas Voltolini³
Fábio Mendonça Diniz⁴

Introdução

A reduzida oferta de forragem durante os períodos de estiagem é, sabidamente, um dos principais obstáculos ao desenvolvimento pecuário na região semiárida do Brasil.

Além das espécies forrageiras nativas, muitas espécies exóticas estão hoje acessíveis aos produtores, mas poucas delas são capazes de persistir e manterem-se produtivas em condições de baixa pluviosidade, pois foram desenvolvidas para outras regiões do país. Uma das poucas exceções é o Capim-urocloa, nome vulgar da espécie *Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy (Oliveira, 1999; Treydte et al., 2013; Bueno et al., 2019).

¹ Engenheira-Agrônoma, Dra. em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Caprinos e Ovinos. luice.bueno@embrapa.br

² Zootecnista, Dr. em Ciência Animal e Pastagens, Embrapa Caprinos e Ovinos. diego.galvani@embrapa.br

³ Zootecnista, Dr. em Ciência Animal e Pastagens, Embrapa Semiárido. tadeu.voltolini@embrapa.br

⁴ Engenheiro de Pesca, Dr. em Genética Molecular, Embrapa Caprinos e Ovinos. fabio.diniz@embrapa.br

Originária do continente africano, essa espécie é utilizada na Austrália desde a década de 1970, onde destaca-se por sua adaptação e persistência em ambientes sujeitos a secas prolongadas (Whiteman & Gillard, 1971; Burt et al., 1980). Estes mesmos atributos também têm sido observados em estudos conduzidos no semiárido brasileiro desde a década de 1960. É importante registrar, entretanto, que não existem cultivares de *U. mosambicensis* desenvolvidas especificamente para uso nas condições edafoclimáticas do Brasil, o que dificulta bastante o acesso dos produtores à forrageira, além de limitar o desenvolvimento de estudos destinados à elaboração de recomendações de cultivo e uso.

Neste capítulo, serão reunidas informações de caracterização e uso do Capim-urocloa, obtidas em estudos nacionais e internacionais, com intuito de demonstrar suas potencialidades como opção forrageira notadamente para a região semiárida do Brasil.

Histórico e distribuição da espécie

Classificação, origem e distribuição

O gênero *Urochloa* compreende aproximadamente 100 espécies tropicais e subtropicais e tem seu principal centro de origem e diversidade genética o continente africano, ocorrendo naturalmente em savanas (Parsons, 1972). Tem grande importância econômica para a pecuária, e por esta razão é amplamente cultivado como forrageira em diversos países do mundo, sendo o gênero de gramínea tropical mais utilizado nas Américas Central e do Sul (Seiffert, 1980). No Brasil, maior produtor de forrageiras das Américas, as espécies exóticas deste gênero se adaptaram bem, sobretudo devido à sua alta rusticidade com características de tolerância ao estresse hídrico, disseminando-se por diversas regiões com condições edafoclimáticas semelhantes às encontradas na África, ocupando, assim, grandes áreas de pastagens no país. Nas Américas, a introdução do gênero *Urochloa* ocorreu possivelmente na época da escravatura quando a palha de *Urochloa plantaginea*, *U. mutica* e *U. extensa* era utilizada como colchões para os escravizados nas embarcações vindas da África (Parsons, 1972; Sendulsky, 1977, 1978; Filgueiras, 1990).

Urochloa* × *Brachiaria

As forrageiras do gênero *Urochloa* apresentam diversas características em comum com espécies de *Brachiaria*, tornando a taxonomia da tribo Paniceae, a qual pertencem, controversa há bastante tempo (Clayton & Renvoize, 1982). Na busca de uma classificação taxonômica mais eficiente, Duclos (1969) e Webster (1988) utilizaram, respectivamente, a orientação das espiguetas e a presença/ausência de protuberância na espiguetas superior, resultando no remanejamento de algumas espécies de *Brachiaria* para o gênero *Urochloa*. Posteriormente, apesar da fragilidade dos caracteres morfológicos adotados como diagnóstico do gênero (Webster, 1987), todas as espécies de *Brachiaria* utilizadas na América do Sul foram incluídas no gênero *Urochloa*, mesmo aquelas de maior inserção na forragicultura (Morrone & Zuloaga, 1992, 1993; Torres González & Morton, 2005; Soreng et al., 2017). Embora a fusão da maioria das espécies do gênero *Brachiaria* com *Urochloa* tenha encontrado apoio de especialistas que trabalham com gramíneas na América do Sul, Ásia e Austrália, a delimitação sistemática entre os dois gêneros ainda tem gerado controvérsia entre taxonomistas, devido à existência de variação inter- e intraespecífica (Renvoize et al., 1996), e especialistas africanos ainda permanecem resistentes à essa mudança. Assim, muitas espécies de braquiárias africanas ainda não têm nome disponível no gênero *Urochloa* (Webster, 1987; Morrone & Zuloaga, 1992, 1993; Simon & Jacobs, 2003; Salariato et al., 2010). No Brasil as espécies de maior importância comercial (*U. brizantha*, *U. decumbens*, *U. humidicola* e *U. ruziziensis*), com grande impacto na bovinocultura principalmente na região do Cerrado, foram incluídas no mesmo grupo taxonômico tendo por base caracteres morfológicos e moleculares (Assis et al., 2002; Torres González & Morton, 2005; Azevedo et al., 2011; Pessoa-Filho et al., 2017; Triviño et al., 2017).

Embora existam propostas de integração da maioria das espécies de braquiárias ao gênero *Urochloa* (Simon & Jacobs, 2003; Veldkamp, 2003; Salariato et al., 2009; Salariato et al., 2010), também existem especialistas que sugerem a manutenção do nome *Brachiaria*, por exemplo, para todas as espécies perenes que ocorrem na Austrália (Sharp & Simon, 2002), e que as espécies anuais deveriam ser incluídas em um novo gênero: *Moorochloa* (Veldkamp, 2003). Assim, a fronteira entre os dois gêneros continua questionável, apesar da importância econômica destas forrageiras, devido não somente ao número de espécies intermediárias, e à fragilidade dos caracteres fundamentados na morfologia floral usados para separar os dois gêneros (Reinheimer et al., 2009), mas também ao fato de que estudos morfológicos e moleculares apoiam algumas vezes classificações diferentes (Brink, 2006).

Considerando que as pesquisas mais recentes sugerem a necessidade de mais estudos que incluam não somente caracteres morfológicos, mas também outros caracteres moleculares, além da região ITS do DNA ribossomal (Torres González & Morton, 2005) e genes cloroplastidiais (Salariato et al., 2010), para estabelecer relações claras entre gêneros e espécies da tribo Paniceae (Veldkamp, 2003; Torres González & Morton, 2005; Brink, 2006), presume-se que um novo rearranjo destes dois gêneros e das espécies que os compreendem poderá acontecer em um futuro próximo. Assim, sugere-se uma composição para nomear as espécies do complexo *Urochloa-Brachiaria*: *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*), ou ainda *Urochloa* (anteriormente *Brachiaria*) (Valle & Pagliarini, 2009).

***Urochloa mosambicensis*: classificação, origem e distribuição**

A gramínea forrageira *Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy, uma espécie da família Poaceae (Figura 1), é relativamente pouco estudada, quando comparada às espécies de forrageiras comerciais com grande impacto na bovinocultura no Brasil. Apresenta, porém, grande potencial de utilização para pastejo no semiárido brasileiro onde fazem-se necessárias espécies mais tolerantes à seca e a outros tipos de estresses abióticos (Bueno & Rocha, 2018).

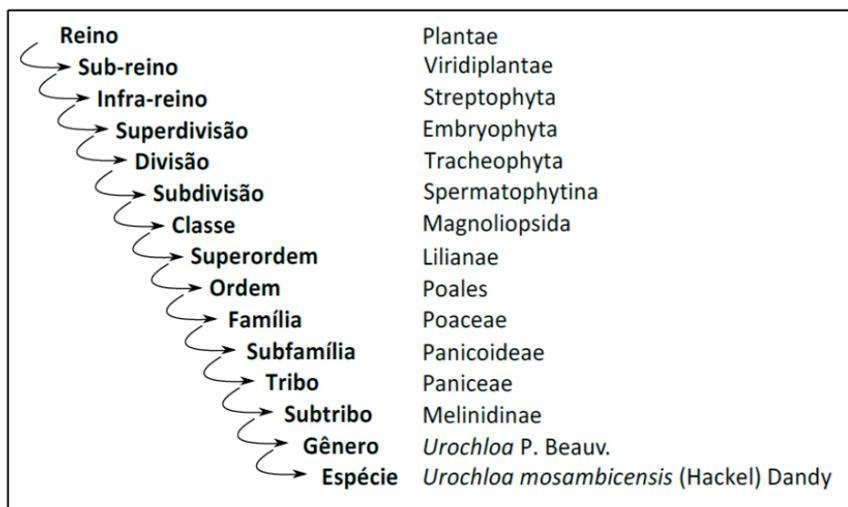


Figura 1. Hierarquia taxonômica da *Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy

Fonte: Integrated Taxonomic Information System on-line database, <http://www.itis.gov>.

O nome vulgar da espécie é Capim-urocloa ou Capim-corrente, no Brasil (Oliveira, 1999), Capim-sabi (*sabi grass*) na Austrália, Capim-gunia/gonya no Zimbábue e urochloa comum na África do Sul (Brink, 2006). É nativa da África central e meridional, distribuída do sul do Quênia até a África do Sul (i.e. Quênia, Tanzânia, Uganda, Malawi, Moçambique, Zâmbia, Zimbábue, Botsuana, África do Sul e Suazilândia), tendo sido introduzida em vários países da faixa Pantropical, do México ao sudoeste da Ásia, e algumas regiões da Austrália e Estados Unidos (Figura 2) (Pupo, 1979; Burt et al., 1980; Camurça et al., 2002).

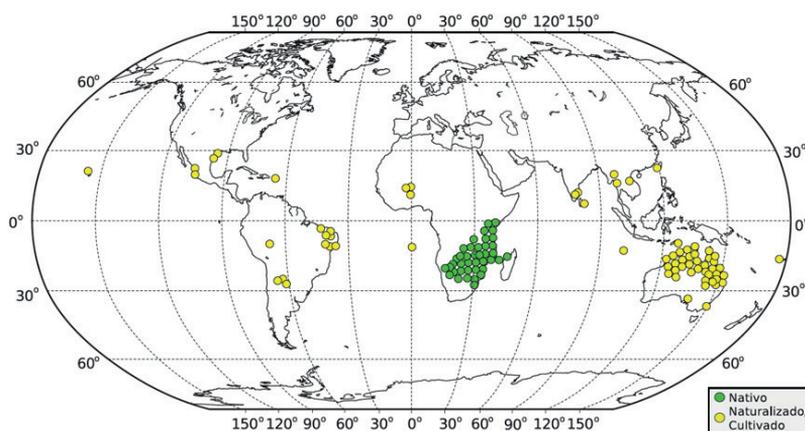


Figura 2. Distribuição geográfica do Capim-urocloa (*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy) na faixa pantropical.

Fontes:

- (1) REFLORA/CNPq Programme. *Poaceae* in Flora do Brasil 2020 under construction. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB105492>. Acesso em 23 de novembro de 2020.
- (2) Tropical Forages. (2018). *Urochloa mosambicensis* fact sheet. Disponível em: https://www.tropicalforages.info/text/entities/urochloa_mosambicensis.htm. Acesso em 23 de novembro de 2020;
- (3) Global Biodiversity Information Facility (GBIF) Data Portal. *Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy in GBIF Secretariat (2019). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. Disponível em: <https://doi.org/10.15468/39omei>. Acesso em 23 de novembro de 2020;
- (4) Sharp & Simon (2002);
- (5) Lohr et al. (2016).

A introdução da espécie no Brasil, infelizmente, não foi bem documentada. Em um dos poucos registros existentes na literatura, Pupo (1979) cita o ano de 1922 como o momento de introdução da forrageira tomando por base informação obtida junto à empresa AGROCERES (fundada em 1945). Essa anotação influenciou muitos outros autores a citarem 1922 ao fazer menção à introdução da espécie no país, o que é bastante improvável dada a existência de algumas ambiguidades. O primeiro relato de coleta de acessos de gramíneas na África, por exemplo, data de 1936 em Harare, sudeste de Zimbábue. Desta primeira coleta originou-se, posteriormente, a cultivar Nixon de *U. mosambicensis*, lançada na Austrália na década de 1970 (Mackay, 1974). De 1922, data citada por Pupo (1979) para introdução da espécie no Brasil, até 1936, coleta do acesso na África para introdução na Austrália, são quatorze anos de diferença. Vale lembrar que a Austrália é pioneira em selecionar e avaliar esses materiais coletados no centro de origem. Além disso, acredita-se que no Brasil, o gênero *Urochloa* tenha sido introduzido oficialmente apenas em 1952, com a espécie *Urochloa decumbens* (Stapf) (Corrêa, 2019). Assim, considerando o fato de a espécie ter diversos sinônimos (*Brachiaria stolonifera* Gooss., *Echinochloa notabile* (Hook. f.) Rhind., *Panicum mosambicense* Hack., *Urochloa pullulans* Stapf, e *Urochloa stolonifera* (Gooss.) Chippind), é possível que o suposto material introduzido no Brasil em 1922 tenha sido identificado de maneira equivocada (Valle, 2020 em comunicação pessoal). Não se descarta, porém, a hipótese de a espécie ter entrado no país de maneira não oficial, oriunda do próprio centro de origem, em uma ou mais ocasiões. Há, ainda, um relato (Silva et al., 1986) de introdução da espécie *U. mosambicensis* no Brasil, mais precisamente no município de Serra Talhada – PE, por intermédio da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) em 1975. Todavia, os primeiros estudos com a espécie no Nordeste brasileiro aconteceram a partir da década de 60, por meio de iniciativas governamentais coordenadas pela SUDENE, com intuito de aumentar a capacidade de suporte das pastagens no semiárido, destacando-se entre as forrageiras avaliadas, o Capim-pangola (*Digitaria* spp.), o Capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*) e, em menor escala, o Capim-urocloa (*Urochloa mosambicensis*) (Lira et al., 2004; Coelho, 2014). Um ensaio de avaliação do comportamento do Capim-urocloa no litoral cearense, realizado durante os anos de 1964-66, é uma prova incontestável de que a espécie já estava presente no Nordeste a partir da década de 60 (Viana, 1972).

Desde então, as pesquisas com a espécie ganharam maior proporção, visando a obtenção de informações sobre adaptação e persistência em ambientes secos, despertando grande interesse em resposta às mudanças climáticas e à necessidade de uma melhor alternativa para a nutrição animal nas zonas semiáridas (Oliveira, 1999; Camurça et al., 2002). Apesar do Capim-urocloa apresentar forte potencial

para produção de forragem em países situados na faixa pantropical (Bueno & Rocha, 2018), ainda assim as espécies de *Urochloa* mais utilizadas no Brasil são: *U. brizantha*, *U. decumbens*, *U. humidicola*, *U. ruziziensis* (Jank et al., 2014).

Aspectos morfológicos e agronômicos

A espécie *U. mosambicensis* (Figura 3) é apomítica apospórica (Pritchard, 1970), havendo relatos de diferentes combinações cromossômicas. Tem como número cromossômico básico $x = 7$, com ocorrências de indivíduos tetraploides ($2n = 4x = 28$) (Spies & Du Plessis, 1987; Van Oudtshoorn, 1992) e hexaploides ($2n = 6x = 42$) (Van Oudtshoorn, 1992). Há relato na literatura (McIvor, 1992) de ocorrência de 30 cromossomos, mas sem detalhamento do nível de ploidia e do número básico cromossômico.

A espécie é perene e apresenta grande potencial para adaptação e persistência em regiões quentes e sujeitas a secas prolongadas (Whiteman & Gillard, 1971; Burt et al., 1980; Oliveira, 1999). É encontrada desde o nível do mar até mais de 1000 metros de altitude, predominantemente em solos bem drenados, sob precipitação anual variando entre 500 e 1200 mm e estação seca com duração de 5 a 9 meses (Skerman & Riveros, 1990). Dessa forma, tem potencial de ser cultivada em grande parte da região semiárida brasileira, assim como em outros biomas que apresentem períodos de baixa pluviosidade.

Morfologicamente apresenta tamanho e hábitos de crescimento variáveis, podendo ser estolonífera ou apresentar rizomas rasteiros (Burt et al., 1980). O colmo pode atingir até 1,20 m de altura e, em alguns casos, apresentar ramificações e enraizamento dos nós inferiores. As folhas são normalmente lineares ou com formato lanceolado, com 2 a 30 cm de comprimento e 3 a 20 mm de largura. Tanto na bainha, quanto nas lâminas foliares pode haver pelos. As inflorescências apresentam de 3 a 15 ráceros, os quais têm de 2 a 8 cm de comprimento, sendo as espiguetas (3-5 mm) normalmente dispostas simetricamente em 2 fileiras (Brink, 2006). A forma de propagação mais comum é via sementes que podem variar de uma cor verde opaco a palha, com ocorrência de 600 mil a 1 milhão de sementes por quilograma. A colheita de sementes do Capim-urocloa pode ser realizada manualmente direto no cacho ou através de varredura (colhida no chão). O rendimento de sementes varia entre 100 e 300 kg/ha por ano (Burt et al., 1980; Skerman & Riveros, 1990; Oliveira, 1999) podendo haver até cinco ciclos de colheita por ano.

Embora *U. mosambicensis* seja classificada como apomítica (Brink, 2006) estudos recentes apontam indícios de possíveis acessos com ovários sexuais. A espécie tem sido considerada neutra em relação ao fotoperíodo, havendo um comportamento de florescimento contínuo de 3 a 4 semanas após o início da estação chuvosa, se estendendo até o final do ciclo de crescimento, com a maturação da semente em 3 a 4 semanas após florescimento (Brink, 2006). Há relatos de que baixas temperaturas possam atrasar a floração, no entanto, durante o inverno pode haver um bom desenvolvimento da pastagem, desde que não haja geadas (Skerman & Riveros, 1990).



Figura 3. Touceira de *Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy, coleção Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral – CE.

Aspectos de cultivo

Como esperado para a maior parte das forrageiras, o desempenho produtivo de *U. mosambicensis* é sensível ao regime pluviométrico, mas a espécie possui elevado potencial forrageiro em regiões de baixa precipitação. Seu estabelecimento, no entanto, pode apresentar limitações ligadas à dormência das sementes (Harty, 1972; McIvor & Howden, 2000), que dura de 6 a 12 meses após a colheita (Ernst et al., 1991; Oliveira, 2005; Brink, 2006), possivelmente devido à obstrução física do

embrião pela lema e pálea que envolvem as sementes. O estabelecimento também pode ser realizado por meio de estolões ou mudas, embora este não seja um método convencional. A taxa de semeadura varia de 4 a 10 kg/ha de sementes puras viáveis podendo o plantio ser realizado em sulcos ou à lanço (Skerman & Riveros, 1990; Oliveira, 2005).

Além do seu cultivo em pastagem solteira, a espécie é comumente encontrada em pastagens arborizadas e matas decíduas, sugerindo que pode ser tolerante a, pelo menos, sombra moderada, e que pode ser aproveitada com sucesso em sistemas integrados de produção em consórcio com leucena, gliricídia, estilosantes, palma forrageira, algaroba e eucalipto (Mannetje & Jones, 1992; Oliveira, 1999; Voltolini et al., 2010; Rangel et al., 2015). Pode ser cultivada em vários tipos de solos, tendo ocorrência natural em solos arenosos e franco-arenosos, embora também possa desenvolver-se em solos franco-argilosos e argilas vermelhas (Skerman & Riveros, 1990). Segundo Oliveira (1999), o desenvolvimento do capim *U. mosambicensis* pode ser favorecido em solos com textura argilosa, que são capazes de reter umidade por um período maior. A espécie não é exigente em termos de fertilidade do solo (Coates, 1991), mas a planta responde positivamente à adubação de nitrogênio (Bezerra et al., 2019) e fósforo (Coates, 1994). Não há, todavia, recomendações de adubação específicas para a forrageira.

O Capim-urocloa é sensível a solos encharcados, não tolerando condições permanentes de alagamento (Anderson, 1970). Quanto à salinidade, estudos realizados com acessos de *U. mosambicensis* na Índia apontaram alta tolerância, assim como a maioria das espécies de *Urochloa* (Skerman & Riveros, 1990). Apresenta crescimento e estabelecimento rápidos, formando excelente cobertura do solo, o que o torna ideal para controle de erosão e/ou recuperação de áreas degradadas, além de apresentar boa habilidade em competir com plantas indesejáveis (Whiteman & Gillard, 1971). No norte da Austrália, o Capim-urocloa torna-se dominante após ocorrência de incêndios (Brink, 2006) e apresenta, de maneira geral, rápida capacidade de rebrota após o fogo quando a umidade do solo está adequada. Não há relatos de pragas e doenças específicas que acometem *U. mosambicensis*, embora no semiárido brasileiro tenha sido mencionada a ocorrência de gafanhotos e cigarrinhas-das-pastagens como potenciais causadores de danos em pastagens da espécie (Oliveira, 2005).

Em relação aos recursos genéticos disponíveis da espécie a maioria das coleções de germoplasma com *U. mosambicensis* é mantida no exterior, sendo destacado por Brink (2006) dentre as mais representativas encontradas na Austrália e na África (África do Sul, Etiópia e Quênia). Devido à ampla distribuição de áreas

coletadas e abundância armazenada de acessos, a espécie *U. mosambicensis* não está ameaçada por erosão genética (Brink, 2006). Ainda assim, poucos são os programas de melhoramento genético e os trabalhos de caracterização de germoplasma (Burt et al., 1980; Mclvor, 1984; Pengelly & Eagles, 1999; Torres González & Morton, 2005). No Brasil, pesquisas voltadas para o melhoramento genético de *U. mosambicensis* são recentes, mas os primeiros resultados são animadores diante da possibilidade de seleção de materiais adaptados à região semiárida (Alves, 2016; Bueno et al., 2019).

Valor nutritivo, formas de utilização e desempenho animal

Assim como outras gramíneas do gênero *Urochloa*, a espécie *U. mosambicensis* tem múltiplos usos como planta forrageira, sendo utilizado tanto para pastejo direto quanto como forragem conservada (feno, principalmente), além de poder integrar sistemas de cultivo consorciados. No continente africano, *U. mosambicensis* é um componente com elevada frequência em pastagens nativas (Tefera et al., 2009), sendo ainda utilizado para recuperação de áreas degradadas (Ravhuhali et al., 2019). Este uso dado à forrageira também é bastante comum na Austrália, país onde a espécie *U. mosambicensis* foi introduzida no início do século XX e tornou-se naturalizada, sobretudo em sua região norte (Burt et al., 1980).

A disseminação da espécie na Austrália foi intensificada a partir da década de 80, quando foi disponibilizado no mercado de sementes a cultivar Nixon, que possui elevada persistência mesmo sob condições de baixa pluviosidade e/ou sobrepastejo (Coates, 1997; Jones, 2003; Silcock et al., 2015). A produção anual de biomassa da cultivar Nixon pode alcançar 8 toneladas de matéria seca (MS) por hectare (Coates, 1994; Jones, 2003), com teor de proteína bruta (PB) variando entre 8 e 9% e digestibilidade *in vitro* da matéria seca entre 52 e 63% (Durmic et al., 2017; Perry et al., 2017).

Uma segunda cultivar de *U. mosambicensis* foi disponibilizada aos produtores australianos em meados da década de 90 para uso na recuperação de solos degradados em regiões de mineração de carvão (Hacker, 1997; Pengelly & Eagles, 1999). Esta cultivar, todavia, foi posteriormente identificada como pertencente à espécie *U. stolonifera* e não tem sido utilizada em sistemas de produção de forragem (Silcock et al., 2015). Na internet há relato de uma terceira cultivar, lançada por volta de 2004 e identificada como Tarwan, mas não há nenhum registro desse material nos órgãos de controle australianos, tampouco estudos publicados acerca de suas características.

No Brasil, embora não exista cultivares registradas de *U. mosambicensis*, a espécie é encontrada na região semiárida e vem sendo utilizada para o pastejo direto (Oliveira, 1999) a partir de pastos solteiros (Figura 4) e para a produção de feno (Camurça et al., 2002). Adicionalmente, a exemplo do que ocorre na Austrália (McDonald et al., 1998; Jones, 2003), o Capim-urocloa é utilizado para enriquecimento de pastagens nativas, com o intuito de aumentar a biomassa disponível para pastejo. Em caatinga raleada e enriquecida com Capim-urocloa a espécie, por suas características de rápido estabelecimento, destaca-se pela elevada frequência em relação à outras espécies forrageiras (Pinto Filho et al., 2019). Na Austrália, uma interessante aplicação dada a cultivar Nixon é o seu uso como cultura de entressafra de grãos, devido ao seu fácil controle com herbicidas e sua capacidade de controlar ervas daninhas de folha larga, como as espécies *Senna obtusifolia* e *Hyptis suaveolens* (Cameron, 1996), também presentes no Brasil, onde são comumente denominadas mata-pasto e bamburral, respectivamente. Essa característica, além de indicar um possível uso, no Brasil, para formação de palhada para plantio direto, corrobora os resultados de pesquisa que indicam o Capim-urocloa como excelente alternativa para recuperação e/ou enriquecimento de áreas de pasto nativo degradadas, sugerindo que este poderá ser seu principal uso no semiárido brasileiro quando sementes certificadas estiverem disponíveis no mercado.

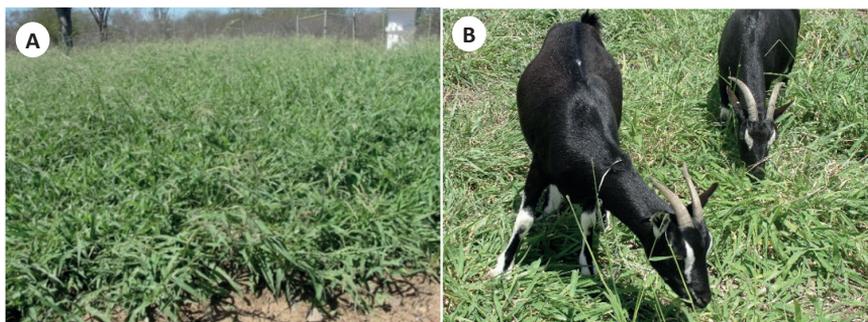


Figura 4. Capim-urocloa (*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy), Petrolina-PE (A); Cabras pastejando em área de Capim-urocloa (B).

Estudos têm relatado produção de biomassa de Capim-urocloa variando entre 6,5 e 8 toneladas de MS/ha (Oliveira et al., 1988; Silva & Faria, 1995), podendo alcançar até 13,70% de PB no período chuvoso (Coelho et al., 2018). Em média, a digestibilidade *in vitro* da MS reportada para o Capim-urocloa nas condições do

semiárido brasileiro (Silva & Faria, 1995; Coelho et al., 2018) é semelhante àquela observada na Austrália (56,5%; Durmic et al., 2017; Perry et al., 2017). Na Tabela 1 é apresentada a composição química do Capim-urocloa na época seca, chuvosa e como feno.

Tabela 1. Composição química do Capim-urocloa (*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy) durante os períodos seco e chuvoso e como feno

	Período seco ¹	Período chuvoso ²	Feno ³
Matéria seca (% do alimento fresco)	85,11	23,50	85,10
Matéria mineral (% da MS)	14,26	-	12,12
Proteína bruta (% da MS)	6,64	13,70	6,86
Extrato etéreo (% da MS)	1,87	-	1,75
Carboidratos não-fibrosos (% da MS)	13,99	-	-
Fibra em detergente neutro (% da MS)	76,42	63,20	83,27
Fibra em detergente ácido (% da MS)	50,17	27,50	-
Lignina (% da MS)	16,49	1,90	-

Fonte: Adaptados de ¹Almeida et al., 2012; ²Camurça et al., 2002; ³Coelho et al., 2018.

Também a produtividade animal em sistema de pastejo onde o Capim-urocloa é a principal forrageira disponível apresenta bons resultados, sendo bem aceito pelos animais. Em cultivo consorciado de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) e Capim-urocloa, com esta planta forrageira ocupando aproximadamente 90% da cobertura vegetal do estrato herbáceo, o ganho de peso de bovinos foi 650 g/animal/dia, considerando o pastejo realizado durante períodos de três meses cada, em dois anos consecutivos (Drumond et al., 2013). Em pastagens de Capim-urocloa solteiro, a produtividade animal obtida variou de 70 a 129 kg/ha/ano, com taxas de lotação de 0,77 a 0,90 cabeça/ha/ano, respectivamente em Serra Talhada-PE e em Petrolina-PE, considerando bovinos com 300 a 400 kg de peso corporal (Oliveira, 2005). Para ovinos em confinamento, o ganho de peso obtido com dietas a base de feno de Capim-urocloa (70% de feno e 30% de concentrado) foi de 100 g/animal/dia, em média, para machos e fêmeas (Camurça et al., 2002), não diferindo do desempenho observado para animais recebendo feno de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumach.), Capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) e Capim-milhã-roxa (*Panicum molle*, Swartz). Em outro estudo, o pasto diferido de Capim-urocloa associado a suplementação mineral promoveu ganhos de 7,2 g/animal/dia para ovinos, utilizando 6 animais/ha, enquanto que a suplementação concentrada a base de farelo de vagem de algaroba,

grão de sorgo moído ou farelo de trigo proporcionou ganhos de peso que variaram de 78 a 101 g/animal/dia (Almeida et al., 2012). Para caprinos mantidos em pastos diferidos de Capim-urocloa no período seco, a suplementação com doses crescentes de concentrado (0,5% a 2,0% em relação ao peso corporal) possibilitou ganho de peso variando entre 117 e 176 g/dia (Souto, 2015). Estes resultados demonstram o potencial do Capim-urocloa como pasto diferido, permitindo a manutenção do peso corporal dos animais ou ganhos moderados durante o período seco, além da obtenção de melhor ganho de peso com o fornecimento de suplemento concentrado.

O conjunto de estudos conduzidos no Brasil com o Capim-urocloa ainda é pequeno, possivelmente em virtude de não existir cultivar comercial, o que dificulta o acesso dos produtores ao material. Os resultados obtidos, entretanto, indicam que esta espécie é promissora como recurso forrageiro na região semiárida, especialmente para a diversificação dos pastos na propriedade (Oliveira, 2005). Nesse sentido, a obtenção e a disponibilização de cultivares de Capim-urocloa para as condições de semiárido brasileiro representam importante passo para o aumento da produtividade dos sistemas de produção pecuário da região.

Perspectivas

Presente no Brasil, pelo menos, desde a década de 1960, o Capim-urocloa possui características de tolerância ao déficit hídrico e à solos arenosos com baixa fertilidade natural que o credenciam como uma das mais promissoras forrageiras para uso no semiárido brasileiro, especialmente para a diversificação dos pastos na propriedade, o que deve estimular o fortalecimento de programas de melhoramento voltados ao desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas da região. Estudos com esse intuito, coordenados no Brasil pela Embrapa, são relativamente recentes, mas apontam a existência de variabilidade genética na coleção de germoplasma de *Urochloa mosambicensis* suficiente para seleção de materiais superiores em termos de persistência e desenvolvimento vegetal. Há, todavia, um longo percurso a ser percorrido até que um material que reúna todas as características quantitativas e qualitativas desejadas (produção de forragem, valor nutritivo, resistência a pragas e doenças, e bom desempenho animal) possa ser disponibilizado aos produtores, contribuindo para garantir a segurança alimentar dos rebanhos nas regiões mais secas do país.

Enquanto novas cultivares não são disponibilizadas, a ampliação do uso do genótipo de Capim-urocloa atualmente em uso no Brasil é altamente dependente

do aumento na oferta de sementes e da melhoria da qualidade destas. A indústria sementeira brasileira utiliza tecnologia de última geração e é ávida por novos materiais, mas há necessidade de caracterização clara da demanda de sementes forrageiras no semiárido brasileiro, para gerar os estímulos necessários para produção. Além disso, o elevado número de sementes chochas e a característica de dormência das sementes provenientes do genótipo disponível são entraves ao processo de beneficiamento e comercialização. Neste sentido, novos estudos devem ser desenvolvidos para definição de práticas de manejo para as áreas de produção de sementes, bem como melhoria dos processos de colheita, beneficiamento e armazenamento.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, P.J.P.; PEREIRA, M.L.A.; da SILVA, F.F.; dos SANTOS, A.B.; PEREIRA, T.C.D.; dos SANTOS, E.D.; MOREIRA, J.V. Santa Ines sheep supplementation on urochloa grass pasture during the dry season: intake, nutrient digestibility and performance. **Revista Brasileira de Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science**, v.41, n.3, p.668-674, 2012.

ALVES, M.M. de A. **Caracterização morfofisiológica de genótipos de *Urochloa mosambicensis* como subsídio para programas de melhoramento vegetal**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2016. 57 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, 2016.

ANDERSON, E.R. Pastures for flooded brigalow country. **Queensland Agricultural Journal**, v.96, n.1, p.224-230, 1970.

ASSIS, G.M.L.; EUCLYDES, R.F.; CRUZ, C.D.; VALLE, C.B. Genetic divergence in *Brachiaria* species. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.2, n.3, p.331-338, 2002.

AZEVEDO, A.L.; COSTA, P.P.; MACHADO, M.A.; de PAULA, C.M.; SOBRINHO, F.S. High degree of genetic diversity among genotypes of the forage grass *Brachiaria ruziziensis* (Poaceae) detected with ISSR markers. **Genetics and Molecular Research**, v.10, n.4, p.3530-3538, 2011.

BEZERRA, R.C.A.; LEITE, M.L.M.V.; ALMEIDA, M.C.R.; LUCENA, L.R.R.; SIMÕES, V.J.L.P.; BEZERRA, F.J.S.M. Características agronômicas de *Urochloa mosambicensis* sob diferentes níveis de fósforo e nitrogênio. **Magistra**, v.30, n.1, p.268-276, 2019.

BRINK, M. *Urochloa mosambicensis* (Hack) Dandy. In: BRINK, M.; BELAY, G. (eds.). **Plant resources of tropical Africa 1. Cereals and pulses**. Wageningen: PROTA Foundation/Backhuys Publishers/ CTA, 2006. p.191-192.

BUENO, L.G.; ALVES, M.M.A.; ROCHA, J.E.S.; CAVALCANTE, A.C.R.; GALVANI, D.B.; DINIZ, F.M.; VALLES, C.B.; CÂNDICO, M.J.D. **Caracterização morfológica de *Urochloa mosambicensis* para seleção de genótipos elite em programa de melhoramento de forrageiras**. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 2019. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 11).

BUENO, L.G.; ROCHA, J.E.S. **Conservação, utilização e melhoramento genético de gramíneas forrageiras para o Semiárido brasileiro**. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 2018. (Série Documentos, 129).

BURT, R.; WILLIAMS, W.; GILLARD, P.; PENGELLY, B. Variation Within and Between Some Perennial *Urochloa* Species **Australian Journal of Botany**, v.28, n.3, p.343-356, 1980.

CAMERON, A.G. Evaluation of tropical pasture species as leys in the semi-arid tropics of northern Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.36, n.8, p.929-935, 1996.

CAMURÇA, D.A.; NEIVA, J.N.M.; PIMENTEL, J.C.M.; VASCONCELOS, V.R.; LÔBO, R.N.B. Desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas à base de feno de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2113-2122, 2002.

CLAYTON, W.D.; RENVOIZE, S.A. Gramineae (Part 3). In: POLHILL, R.M. (ed.) **Flora of tropical East Africa**. Rotterdam: Balkema 1982.

COATES, D.B. LONG-TERM ADAPTATION OF SABI GRASS (*UROCHLOA-MOSAMBICENSIS*) ON A LOW FERTILITY SOIL. **Tropical Grasslands**, v.25, n.2, p.229-230, 1991.

COATES, D.B. The effect of phosphorus as fertiliser or supplement on pasture and cattle productivity in the semi-arid tropics of north Queensland. **Tropical Grasslands**, v.28, n.2, p.90-108, 1994.

COATES, D.B. The recovery of Nixon Sabi grass pastures following severe drought. **Tropical Grasslands**, v.31, n.1, p.67-72, 1997.

COELHO, J.J. **Valor nutritivo de gramíneas forrageiras exóticas sob incidência de espécies espontâneas no Agreste de Pernambuco**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014. 59f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014.

COELHO, J.J.; MELLO, A.C.L.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR., J.C.B.; CUNHA, M.V.; LIRA, M.D. Prediction of the nutritional value of grass species in the semiarid region by repeatability analysis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53, n.3, p.378-385, 2018.

CORRÊA, C.T.R. **Constituição genômica e relações entre espécies de *Urochloa* P. Beauv.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2019. 51f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

DRUMOND, M.; MORAES, S.A.; RIBASKI, J. Sistemas agroflorestais para o semiárido brasileiro. In: FLORESTAS, E. (ed.) **Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais - Políticas públicas, educação e formação em sistemas agroflorestais na construção de paisagens sustentáveis**. Ilhéus: EMBRAPA-CNPQ, 2013.

DUCLOS, H.B. **Las plantas forrajeras tropicales**. Barcelona: Blume, 1969. 380p.

DURMIC, Z.; RAMIREZ-RESTREPO, C.A.; GARDINER, C.; O'NEILL, C.J.; HUSSEIN, E.; VERCOE, P.E. Differences in the nutrient concentrations, in vitro methanogenic potential and other fermentative traits of tropical grasses and legumes for beef production systems in northern Australia. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.97, n.12, p.4075-4086, 2017.

ERNST, W.H.O.; KUITERS, A.T.; TOLSMA, D.J. Dormancy of annual and perennial grasses from a savanna of southeastern Botswana. **Acta oecologica**, v.12, n.6, p.727-739, 1991.

FILGUEIRAS, T.S. Gramíneas africanas: introdução no Brasil. **Cadernos de Geociências**, v.5, p.57-63, 1990.

HACKER, J.B. *Urochloa* 'Saraji'. **Plant Varieties Journal**, v.10, n.2, p.41, 1997.

HARTY, R.L. Germination requirements and dormancy effects in seed of *Urochloa mosambicensis*. **Tropical Grasslands**, v.6, n.1, p.17-24, 1972.

JANK, L.; BARRIOS, S.C.; VALLE, C.B.; SIMEÃO, R.M.; ALVES, G.F. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop and Pasture Science**, v.65, n.11, p.1132-1137, 2014.

JONES, R.J. Effects of sown grasses and stocking rates on pasture and animal production from legume-based pastures in the seasonally dry tropics. **Tropical Grasslands**, v.37, n.3, p.129-150, 2003.

LIRA, M.A.; MELLO, A.C.L.; SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, M.A.; FARIAS, I.; SANTOS, D.C. Considerações sobre a produção leiteira no semiárido pernambucano. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v.1, p.112-123, 2004.

LOHR, M.; LOHR, C.; KEIGHERY, G.; LONG, V. The status and distribution of non-native plants on the gazetted and territorial islands off the north coast of Western Australia. **Conservation Science Western Australia**, v.10, p.1-74, 2016.

MACKAY, J.H.E. Register of Australian herbage plant cultivars. *Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy (sabi grass) cv. Nixon (reg. no. A-15a-1). **Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, v.40, n.1, p.89-91, 1974.

MANNETJE, L.T.; JONES, R.M. **Plant Resources of South-East Asia - Forages**. Wageningen: Pudoc Scientific Publishers, 1992. 301p.

MCDONALD, C.K.; JONES, R.M.; TOTHILL, J.C. Growth and spread of *Digitaria eriantha* cv. Premier and *Urochloa mosambicensis* cv. Nixon oversown into native speargrass (*Heteropogon contortus*) pasture in south-east Queensland. **Tropical Grasslands**, v.32, n.1, p.41-49, 1998.

McIVOR, J.G. Leaf growth and senescence in *Urochloa mosambicensis* and *U. oligotricha* in a seasonally dry tropical environment. **Australian Journal Agriculture Research**, v.35, p.177-187, 1984.

McIVOR, J.G., 1992. *Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy. In: MANNETJE, L.T.; JONES, R.M. (eds): **Plant Resources of South-East Asia - Forages**. Wageningen: Pudoc Scientific Publishers, 1992. p.230-231.

McIVOR, J.G.; HOWDEN, S.M. Dormancy and germination characteristics of herbaceous species in the seasonally dry tropics of northern Australia. **Austral Ecology**, v.25, n.3, p.213-222, 2000.

MORRONE, O.; ZULOAGA, F.O. Revision de las especies sudamericanas nativas e introducidas de los generos *Brachiaria* y *Urochloa* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). **Darwiniana**, v.31, n.1/4, p.43-109, 1992.

MORRONE, O.; ZULOAGA, F.O. Sinopsis del genero *Urochloa* (poaceae: panicoideae: paniceae) para Mexico y America Central. **Darwiniana**, v.32, n.1/4, p.59-75, 1993.

OLIVEIRA, M.C. **Capim-urocloa: produção e manejo no semi-árido do Nordeste do Brasil**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1999. (Circular técnica, 43).

OLIVEIRA, M.C. Capim-urocloa. In: KIILL, L.H.P.; MENEZES, E.A. (eds.). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semi-árido brasileiro**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 2005. p.207-225.

OLIVEIRA, M.C.; SILVA, C.M.M.S.; ALBUQUERQUE, S.G.; BERNARDINO, F.A. **Comportamento de gramíneas tropicais sob condições de pastejo intensivo por bovinos na região semi-árida do nordeste do Brasil**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1988. (Documentos, 56).

PARSONS, J.J. Spread of African pasture grasses to the American tropics. **Journal of Range Management**, v.25, n.1, 1972.

PENGELLY, B.C.; EAGLES, D.A. **Agronomic variation in a collection of perennial *Urochloa* spp. and its relationship to site of collection**. St Lucia: CSIRO Tropical Agriculture, 1999. (Genetic Resources Communication, 29).

PERRY, L.A.; AL JASSIM, R.; GAUGHAN, J.B.; TOMKINS, N.W. Effect of feeding forage characteristic of wet-or dry-season tropical C4 grass in northern Australia, on methane

production, intake and rumen outflow rates in *Bos indicus* steers. **Animal Production Science**, v.57, n.10, p.2033-2041, 2017.

PESSOA-FILHO, M.; MARTINS, A.M.; FERREIRA, M.E. Molecular dating of phylogenetic divergence between *Urochloa* species based on complete chloroplast genomes. **BMC genomics**, v.18, n.1, p.516-516, 2017.

PINTO FILHO, J.S.; CUNHA, M.V.; SOUZA, E.J.O.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; MOURA, J.G.; RODRIGUES, J.M.C.S.; SILVA, C.S. Performance, carcass features, and non-carcass components of sheep grazed on Caatinga rangeland managed with different forage allowances. **Small Ruminant Research**, v.174, p.103-109, 2019.

PRITCHARD, A. Meiosis and embryo sac development in *Urochloa mosambicensis* and three *Paspalum* species **Australian Journal of Agricultural Research**, v.21, n.5, p.649-652, 1970.

PUPO, N.I.H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979. 343p.

RANGEL, J.H.; MUNIZ, E.N.; AMORIM, J.R.A.; NOGUEIRA JUNIOR, L.R.; SOUZA, S.F.; MORAES, S.A., AMARAL, A.J. PIMENTEL, J.C.M., SA, C.O. **Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) Indicados para a Região Nordeste do Brasil**. Embrapa Tabuleiros Costeiros. 2015. 10p. (Comunicado Técnico, 160).

RAVHUHALI, K.E.; MLAMBO, V.; BEYENE, T.S.; PALAMULENI, L.G. A comparative analysis of the morphology and nutritive value of five South African native grass species grown under controlled conditions. **African Journal of Range & Forage Science**, v.36, n.1, p.67-70, 2019.

REINHEIMER, R.; ZULOAGA, F.O.; VEGETTI, A.C.; POZNER, R. Diversification of inflorescence development in the PCK clade (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). **Am J Bot**, v.96, n.3, p.549-564, 2009.

RENVOIZE, S.A.; CLAYTON, W.D.; KABUYE, C.H.S. Morphology, taxonomy, and natural distribution of *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (eds.). **Brachiaria: biology, agronomy and improvement**. Cali: Embrapa/CIAT, 1996. p.1-15.

SALARIATO, D.L.; GIUSSANI, L.M.; MORRONE, O.; ZULOAGA, F.O. *Rupichloa*, a new genus segregated from *Urochloa* (Poaceae) based on morphological and molecular data. **Taxon**, v.58, n.2, p.381-391, 2009.

SALARIATO, D.L.; ZULOAGA, F.O.; GIUSSANI, L.M.; MORRONE, O. Molecular phylogeny of the subtribe Melinidinae (Poaceae: Panicoideae: Paniceae) and evolutionary trends in the homogenization of inflorescences. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.56, n.1, p.355-369, 2010.

- SEIFFERT, N.F. **Gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria***. Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC, 1980. (Circular Técnica, 1).
- SENDULSKY, T. *Brachiaria*: taxonomy of cultivated and native species in Brazil. **Hoehnea**, v.7, p.99-139, 1978.
- SENDULSKY, T. Chave para identificação de *Brachiaria*. **Jornal Agroceres**, v.5, n.56, p.4-5, 1977.
- SHARP, D.; SIMON, B.K. **AusGrass: Grasses of Australia**. Queensland: Australian Biological Resources, Canberra and Environmental Protection Agency, 2002. CDp.
- SILCOCK, R.G.; FINLAY, C.H.; LOCH, D.S.; HARVEY, G.L. Perennial pastures for marginal farming country in southern Queensland. 2. Potential new grass cultivar evaluation. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v.3, n.1, p.15-26, 2015.
- SILVA, C.M.M.S.; FARIA, C.M.B. Variação estacional de nutrientes e valor nutritivo em plantas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.3, p.413-420, 1995.
- SILVA, V.M.; SANTOS, D.C.; FERNANDES, A.C.M.; SALES, L.A.M.; CHAVES-FILHO, N.F.C. **Estudo de consorciação de duas leguminosas com tres cultivares de Capim-bufel (*Cenchrus ciliaris*) e uma de urochloa (*Urochloa mosambicensis*): 1º. ano do estabelecimento**. Serra Talhada: IPA, 1986. (Relatorio do programa bovinos: período 1975/85).
- SIMON, B.K.; JACOBS, S.W.L. *Megathyrsus*, a new generic name for *Panicum* subgenus *Megathyrsus*. **Austrobaileya**, v.6, n.3, p.571-574, 2003.
- SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. **Tropical Grasses**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1990. 832p.
- SORENG, R.J.; PETERSON, P.M.; ROMASCHENKO, K.; DAVIDSE, G.; TEISHER, J.K.; CLARK, L.G.; BARBERÁ, P.; GILLESPIE, L.J.; ZULOAGA, F.O. A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae) II: An update and a comparison of two 2015 classifications. **Journal of Systematics and Evolution**, v.55, n.4, p.259-290, 2017.
- SOUTO, D.H. **Suplementação concentrada para caprinos em pastagem diferida de Capim-urochloa**. Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2015. 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2015.
- SPIES, J.J.; DU PLESSIS, H. Chromosome studies on African plants. 5. **Bothalia**, v.17, n.2, p.257-259, 1987.
- TEFERA, S.; MLAMBO, V.; DLAMINI, B.J.; DLAMINI, A.M.; KORALAGAMA, K.D.N.; MOULD, F.L. Chemical composition and in vitro ruminal fermentation of selected grasses in the semiarid savannas of Swaziland. **African Journal of Range & Forage Science**, v.26, n.1, p.9-17, 2009.

TORRES GONZÁLEZ, A.M.; MORTON, C.M. Molecular and morphological phylogenetic analysis of *Brachiaria* and *Urochloa* (Poaceae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.37, n.1, p.36-44, 2005.

TREYDTE, A.C.; BAUMGARTNER, S.; HEITKÖNIG, I.M.A.; GRANT, C.C.; GETZ, W.M. Herbaceous forage and selection patterns by ungulates across varying herbivore assemblages in a south african savanna. **Plos One**, v.8, n.12, p.e82831, 2013.

TRIVIÑO, N.J.; PEREZ, J.G.; RECIO, M.E.; EBINA, M.; YAMANAKA, N.; TSURUTA, S.-I.; ISHITANI, M.; WORTHINGTON, M. Genetic diversity and population structure of *Brachiaria* species and breeding populations. **Crop Science**, v.57, n.5, p.2633-2644, 2017.

VALLE, C.B.; PAGLIARINI, M.S. Biology, cytogenetics, and breeding of *Brachiaria*. In: SINGH, R.J. (ed.) **Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement series**. Boca Raton: CRC, 2009. p.103-151.

VAN OUDTSHOORN, F. **Guide to grasses of South Africa**. Pretoria: Briza Publications, 1992. 301p.

VELDKAMP, J.F. Miscellaneous notes on mainly Southeast Asian Gramineae. **Reinwardtia**, v.12, n.2, p.135-140, 2003.

VIANA, O.J. tem mais autores? Ensaio de Avaliação IV: comportamento do capim gunia (*Urochloa mosambicensis* (Hack) Dandy), nas condições litorâneas cearenses. **Ciência Agrônômica**, v.2, p.29-31, 1972.

VOLTOLINI, T.V.; NEVES, A.L.A.; FILHO, C.G.; SA, C.O.D.; NOGUEIRA, D.M.; CAMPECHE, D.F.B.; ARAUJO, G.G.L.; SA, J.L.; MOREIRA, J.N.; VESCHI, J.L.A.; SANTOS, R.D.; MORAES, S.A. Alternativas alimentares e sistemas de produção animal para o semiárido brasileiro. In: **Semiárido brasileiro - Pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina - PE: EMBRAPA-CPATSA, 2010. p.199-242.

WEBSTER, R.D. Genera of the north american Paniceae (Poaceae: Panicoideae). **Systematic Botany**, v.13, n.4, p.576-609, 1988.

WEBSTER, R.D. **The australian Paniceae (Poaceae)**. Stuttgart: J. Cramer, 1987. 322p.

WHITEMAN, P.C.; GILLARD, P. Species of *Urochloa* as pasture plants. **Herbage Abstracts**, v.41, n.4, p.351-357, 1971.

Palma Forrageira, reserva estratégica

Mércia Virginia Ferreira dos Santos^{1,5}

Rayanne Thalita de Almeida Souza¹

José Carlos Batista Dubeux Jr.²

Safira Valença Bispo³

Djalma Cordeiro dos Santos⁴

Introdução

A palma (*Opuntia e Nopalea*) é uma cactácea utilizada em diferentes países, como Brasil (Santos et al., 2022; Dubeux et al., 2021), México (Samah et al., 2016), Itália (Scarano et al., 2020), Argentina (Ahumada et al., 2020), África do Sul (Hänke et al., 2018), Estados Unidos (Yang et al., 2015) e outros, com distintas finalidades e usos (Moosazadeh et al., 2014; Lazarte e Ramírez, 2019; Adli et al., 2019).

No Brasil, é utilizada principalmente como planta forrageira e sua utilização é uma importante estratégia para aumentar a produção de forragem, notadamente no Nordeste do Brasil, considerando que a estrutura fundiária desta região é formada em sua maioria por pequenas propriedades (IBGE, 2017).

1 - Universidade Federal Rural de Pernambuco;

2 - Universidade da Florida;

3 - Universidade do Agreste de Pernambuco;

4 - Instituto Agrônômico de Pernambuco;

5 - Bolsista de produtividade do CNPq.

Trata-se de uma cactácea de grande importância para as áreas áridas e semiáridas do mundo. Espécie de metabolismo CAM (metabolismo ácido das crassuláceas), adaptada às condições de seca (Inglese et al., 2017), apresenta alta produtividade por área (Santos et al., 2013) e valor nutritivo, com alto teor de água e de nutrientes digestíveis totais (Dubeux Jr. et al., 2021).

Devido à ocorrência da praga cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae*), novas cultivares têm sido utilizadas, a exemplo da Orelha de Elefante Mexicana (Inácio et al., 2020) e IPA-Sertânia (Silva et al., 2015), além da tradicional palma Miúda (Santos et al., 2013).

Neste capítulo serão descritos os diversos aspectos relacionados ao cultivo, manejo e utilização da palma forrageira, com ênfase nas pesquisas realizadas no estado de Pernambuco.

Histórico, origem e domesticação

Desde a chegada da espécie humana à Mesoamérica, cerca de 20.000 anos atrás, e especificamente nas regiões desérticas e semidesérticas, a palma era uma fonte importante de alimento e bebida para os indígenas, e era usada como fins medicinais (Andrade-Cetto e Wiedenfeld, 2011).

Pessoa (1967) destacou que a introdução da palma no Brasil se deu pelos portugueses durante o Período Colonial, possivelmente vindas das Ilhas Canárias, tendo como origem inicial o México. A princípio, a palma foi introduzida com o objetivo de hospedar o inseto, denominado cochonilha do carmim [*Dactylopius coccus* Costa (Homóptera, Dactylopiidae)] para produzir o corante “carmim”, porém resultou em uma ação sem sucesso (Santos et al., 2006). Duque (1980) afirmou que provavelmente a palma foi introduzida no Nordeste, após a seca de 1932, por ordem do Ministério da Viação. Foram plantados do Piauí até a Bahia diversos campos de demonstração, sendo este o primeiro grande trabalho de difusão da palma no Nordeste.

No Nordeste Brasileiro, a palma se consolidou como forrageira em meados do século vinte, e tem desempenhado importante papel na produção animal do semiárido (Santos et al., 2022).

A palma foi domesticada no México e esse país é uma das principais áreas de diversidade do gênero *Opuntia*, com 83 – 104 de quase 200 espécies em todo o mundo (Chávez-Moreno et al., 2009). Enquanto o gênero *Nopalea* possui apenas

10 espécies relatadas (Valdez e Osorio, 1997) distribuídas do nordeste do México à América Central, áreas de distribuição da diversidade deste gênero (Anderson 2001).

A palma é cultivada em diferentes países do mundo com diferentes finalidades (Tabela 1).

Tabela 1. Cultivo da palma em diferentes países e respectivos usos

País	Local ou Região	Usos	Fonte
Brasil	Nordeste	Forragem	Rocha Filho et al. (2021)
México	Hidalgo, Zacatecas, Texcoco	Forragem, fruta e hortaliças	Andrade-Montemayor et al. (2011); Morales et al. (2012); Samah et al. (2016)
Itália	Messina, Palermo	Fruta, medicinal e pigmento	Aragona et al. (2018); Scarano et al. (2020)
Argentina	Mendoza, Córdoba	Forragem, fruta, álcool, indústria cosmética e planta ornamental	Grünwaldt et al. (2015); Ahumada et al. (2020)
Venezuela	Lara	Forragem	Sánchez e Hernández (2006)
África do Sul	Madagascar	Forragem, alimentação humana e extração de óleo	Hänke et al. (2018); Dubeux Jr. et al. (2019)
África do Norte	Argélia, Tunísia	Forragem, fruta e aditivo funcional para alimentos	Msaddak et al. (2017); Adli et al. (2019)
Estados Unidos	Missouri, Nevada	Medicinal e biocombustíveis	Silva-Hughes et al. (2015); Yang et al. (2015)
Bolívia	Cochabamba, Potosí e La Paz	Forragem e alimentos funcionais e nutracêuticos para humanos	Lazarte e Ramírez (2019)
Irã	Keman	Extração de óleo e medicinal	Moosazadeh et al. (2014)
Peru	Huamanga	Forragem	Marín et al. (2012)
Espanha	Sul	Forragem	Houérou (2002)
Equador	Loja	Cerca viva e proteção de terrenos inclinados	Matallo et al. (2002)

A palma é cultivada em 2,6 milhões de hectares em todo o mundo, sendo usados principalmente para produção de forragem (Thakuria et al., 2020). O Brasil

detém uma das maiores áreas de palma forrageira cultivada do mundo (>600.000 ha) (Dubeux Jr. et al., 2013).

Opuntia spp. foram domesticadas naturalmente para alimentação humana, usos ornamentais e fins medicinais (Stintzing e Carle, 2005). O efeito da domesticação em *Opuntia* foi refletido em atributos aprimorados em frutas, como tamanho, forma, cor, textura e sabor (Aragona et al., 2018).

Em *Opuntia ficus-indica*, a domesticação ocorreu há cerca de 9.000 anos a partir de espécies ancestrais dessa região. Durante a domesticação das espécies selvagens, que são diploides, a espécie *O. ficus-indica* (L.) Mill favoreceu alto grau de hibridação; assim, o processo evolutivo da espécie conduziu a formação de octaploides, ou seja, $2n=88$ (Kiesling, 1998).

Estas plantas se dispersaram pela Mesoamérica, após cultivo e comércio, Caribe e, possivelmente, pela América do Sul. Viajantes europeus espalharam-nas no Mediterrâneo e no norte da África, que, em seguida, passaram às regiões áridas e semiáridas de todo o mundo, inclusive no Brasil (Griffith, 2004).

Evidências apontam que a domesticação das plantas do gênero *Nopalea* aconteceu no território mexicano central, devido à domesticação de *O. schumannii*, um intermediário entre *Nopalea* e *Opuntia* (Majure et al., 2012). Esse gênero compreende cerca de 12 espécies, com forma de crescimento arbustivo ou arborescente, originalmente distribuídas na América Central e no México, não havendo evidência de hibridação entre os gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, provavelmente devido ao isolamento decorrente de diferenças nos polinizadores e na fenologia (Santos et al., 2022). A espécie *N. cochenillifera* Salm-Dyck é diploide e a similaridade nos caracteres morfológicos sugerem que a espécie é derivada da *N. dejecta* (Puente-Martinez, 2006).

Aspectos morfológicos, fisiológicos e produtivos

Algumas características morfológicas e botânicas das duas principais espécies de palma forrageira, segundo Scheinvar et al. (2015) e Arreola-Nava et al. (2017), são apresentadas na Tabela 2 e Figura 1.

Tabela 2. Características morfológicas e botânicas das espécies de palma forrageira *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck

Variáveis	Características
Porte	Arbóreo ou arbustivo
Hábito	Ereto
Tronco	Bem definido, escamoso
Forma dos Cladódios	Oblongo e estreito à obovalado
Epiderme	Glabra, papilosa e pubescente
Aréolas	Distantes 2-3 cm entre si, cor cinza escuro
Espinhas	Amarelo com extremidade translúcida, esbranquiçado com o envelhecimento
Flores	Amarelas com ápices alaranjados ou amarelo na parte externa e rosa e ápice rosa
Lóbulos do estigma	5-9 branco à verde claro
Grãos de pólen	Retículo muito aberto com 12 poros
Frutos	Globoso de cor amarelo à roxo púrpura
Sementes	Elíptico para subgloboso, com tricomas na parte do meio e orbicular ao elipsóide, com tricomas na superfície

Fonte: Scheinvar et al. (2015); Arreola-Nava et al. (2017).

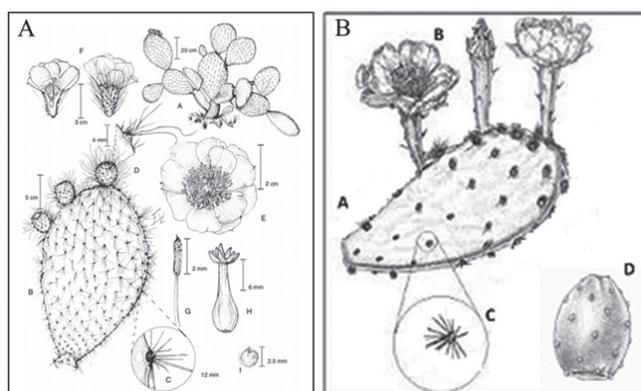


Figura 1. (A) *Opuntia* spp. A: hábito; B: cladódio com frutos com espinho e pêlos; C: detalhe de aréola do cladódio com espinhos e pêlos; D: detalhe de uma aréola da fruta; E: detalhe da vista superior da flor; F: seção longitudinal de uma flor; G: detalhe de um estame; H: detalhe do pistilo; I: detalhe de uma semente. (B) *Nopalea* spp. A: cladódio; B: vista lateral e frontal da flor; C: detalhe de aréola do cladódio; D: Fruto.

Fonte: Arreola-Nava et al. (2017); Anderson (2001).

O sistema radicular das plantas do gênero *Opuntia* caracteriza-se por raízes superficiais e carnosas, com distribuição horizontal (Santos et al., 2022), porém a distribuição de raiz depende do tipo de solo e manejo cultural (Prat et al., 2017). Os órgãos tipo caule, conhecidos como cladódios, são suculentos e sua forma é tipicamente de oblonga a espatulada-oblonga, com geralmente 30-40 cm de comprimento, às vezes mais longo (70-80 cm) e 18-25 cm de largura (Hills, 2001), lembrando uma raquete, o que explica seu nome vulgar (Figura 2).

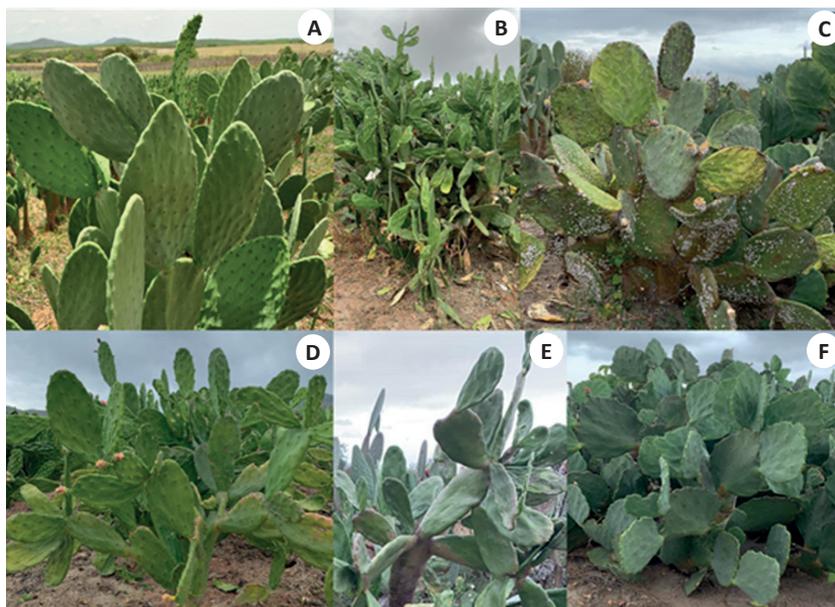


Figura 2. Aspecto morfológico dos cultivares de palma: Gigante (A); Miúda (B); Redonda (C); Clone IPA-20 (D); IPA-Sertânia ou Palma-baiana (E) e Orelha de Elefante Mexicana (F).

O índice de área de cladódio (IAC) é bastante variável, o que provavelmente está associado às metodologias utilizadas para determinação dessa característica (Santos et al., 2022). Dubeux Jr. et al. (2006) encontraram para o IAC da *Opuntia ficus-indica*, valores de 0,57 a 0,71. Souza (2015) relata para *Nopalea cochenillifera*, IAC de 2,8 e 4,4, para plantas submetidas a colheita anual e bienal, respectivamente. Silva et al. (2014a) encontraram IAC de 0,382 a 1,766 para clones de *Opuntia* sp. (IPA-20, F8, F5, V9 e Orelha de Elefante Mexicana) e 1,070 a 2,313 para clones de *Nopalea* sp. (IPA Sertânia, Miúda e F2).

Por sua vez, Nobel (2001) ressalta que pelo fato de ambos os lados do cladódio possuírem células com cloroplastos e, portanto, realizarem fotossíntese, a área do cladódio deve ser multiplicada por 2.

A morfologia da palma é afetada pela espécie e cultivar (Silva et al., 2014a), manejo (Silva et al., 2016a), e sistemas de cultivo (Dubeux Jr. et al., 2006; Amorim et al., 2017) e por sua vez, possui relação com a produção de forragem. O número de cladódios varia conforme a ordem na planta (Santos et al., 1990a) e cultivar de palma forrageira, tendo a cultivar Miúda maior índice de distribuição de cladódios terciários e quaternários por planta (Tabela 3).

Tabela 3. Características morfológicas conforme a variedade e ordem dos cladódios, aos 24 meses de cultivo, Serra Talhada-PE.

Variável	IPA Sertânia	Miúda	Orelha de Elefante Mexicana
Taxa de crescimento absoluto (t ha ⁻¹ mês ⁻¹)	0,39 b	0,38 b	0,72 a
Índice de cobertura do solo (%)	17,5 b	31,5 a	27,3 ab
Índice de distribuição dos cladódios			
1ª ordem (%)	36 a	17 b	43 a
2ª ordem (%)	44 a	28 b	42 a
3ª ordem (%)	12 b	35 a	6 b
4ª ordem (%)	0,5 b	12 a	0,5 b
5ª ordem (%)	0 b	3 a	0 b
Índice de distribuição da área fotossintética			
Cladódio basal (%)	10 a	4 b	8 ab
1ª ordem (%)	41 a	16 b	45 a
2ª ordem (%)	9 b	32 a	5 b
3ª ordem (%)	0,2 b	13 a	0,3 b
4ª ordem (%)	0 b	3 a	0 b

Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Adaptado de Nunes et al. (2020).

Sabe-se pouco sobre as características anatômicas da palma e, principalmente, a distribuição e composição dos diferentes tecidos, que atuam em algumas variedades de palma, como por exemplo, como barreiras contra o ataque de alguns insetos, além, de suas possíveis correlações com a qualidade (Gonçalves et al., 2020).

Silva et al. (2010) avaliaram variedades de palma forrageira e observaram que todas as variedades apresentaram parede celular espessa, devido à maior presença de lignina na parede secundária - F21 (IPA-200021) – 136,54 μm ; Gigante (IPA-0100001) – 117,33 μm ; IPA-20 (IPA-100003) – 120,07 μm ; Orelha de Elefante Africana (IPA-200174) – 220,49 μm . Moura (2012) realizou análises de digestão ruminal em vacas mestiças canuladas, nos tempos de 0, 24 e 48 horas, e observou que a variedade Orelha de Elefante Africana apresentou a epiderme intacta após os tempos de 24 e 48 horas de digestão. A palma Gigante apresentou perfurações na epiderme após os mesmos tempos de incubação, sendo tal efeito associado a menor lignificação e espessura da epiderme.

De maneira geral, no corte transversal de um cladódio da palma se observa, através do uso de microscópio, cutícula, epiderme, córtex com anel de tecido vascular (xilema e floema) feito de feixes colaterais separados por tecido parenquimatoso e medula (Gonçalves et al., 2020).

O metabolismo fotossintético CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*), predominante nas cactáceas, confere o peculiar padrão diário de absorção de carbono e transpiração, o qual é fortemente influenciado por variáveis ambientais, como temperatura e umidade relativa do ar e luz, ocorrendo principalmente à noite, quando os estômatos se abrem para a fixação de CO_2 e armazenamento do malato no vacúolo das células do clorênquima, resultando em transpiração de três a cinco vezes menor do que em plantas com ciclo fotossintético C3 e C4 (Inglese et al., 2017).

No semiárido tropical, a palma é especialmente adaptada às zonas de altitude superior a 600 m, onde é provável que a eficiência de uso de água seja de 50 kg de água para cada kg de massa seca produzida, ao passo que, nas plantas com metabolismo C_4 e C_3 , é de 500 e 1.000 kg de água, respectivamente (Sampaio et al., 2020). Plantas de *Opuntia* sp. sob suprimento adequado de água, apresentaram eficiência no uso da água diminuída (Queiroz et al., 2016).

Acevedo et al. (1983) observaram que o padrão de variação diurna da abertura estomática varia com a idade do cladódio na planta. Para cladódios com duas semanas de idade, a abertura estomática ocorre durante o dia. Em cladódios a partir de seis meses de idade a abertura estomática ocorre durante a noite.

Epifânio (2019) através da composição isotópica (que variou de -18,75 e -18,30‰), observou que os genótipos Orelha de Elefante Mexicana, F21 e Miúda apresentam metabolismo fotossintético CAM facultativo quando submetidos a condições hídricas favoráveis, ou seja, através de ajuste do mecanismo fotossintético, conseguiram fixar CO_2 durante o dia como as plantas C3 e C4. Já os valores encontrados

por Menor (2018) (entre -14,43 e -13,22%), indicam que a palma Miúda é uma CAM obrigatória, nas condições onde foram cultivadas.

Estabelecimento

Variedades, plantio e cultivo

O melhoramento genético das espécies de palma pode proporcionar ganhos produtivos e qualitativos na forragem produzida, sendo um dos objetivos do melhoramento da palma a alta produtividade, elevada brotação, ausência de espinhos e pêlos, resistência às cochonilhas de escama e do carmim e resistência a doenças (Cunha et al., 2022).

As espécies de palma forrageira *Opuntia ficus-indica* Mill., cultivares Gigante, Redonda e Clone IPA 20, *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, cultivar Miúda eram as espécies mais cultivadas no Nordeste Brasileiro antes da grande incidência da praga cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae).

As variedades comerciais mais utilizadas, no momento, são aquelas que apresentam resistência a cochonilha, baixa incidência de doenças e de outras pragas, bem como baixa presença e/ou ausência de espinhos, a exemplo das cultivares Miúda e IPA Sertânia, ambas da espécie *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck e Orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.) (Santos et al., 2022).

Ao estabelecer um palmal, vários fatores devem ser considerados, incluindo: variedade, ordem do cladódio usado, número e posição dos cladódios, momento do plantio, espaçamento entre plantas, método de plantio, controle de plantas invasoras, fertilização e ocorrência de pragas e doenças; ou seja, as práticas de manejo geralmente interagem entre si e devem ser cuidadosamente analisados em uma abordagem a nível de sistema (Dubeux Jr. e Santos, 2005).

A época de plantio de palma no Nordeste do Brasil é no terço final do período seco, o que contribui para reduzir a incidência de doenças (Dubeux Jr. et al., 2017), o qual é realizado por meio de multiplicação vegetativa, utilizando-se cladódios da porção mediana da planta, devendo estes serem maduros e com ausência do ataque de pragas e/ou doenças. A forma de plantio mais usada é enterrando 1/3 do cladódio por cova na posição vertical ou inclinada (Farias et al., 2005), podendo a fixação do cladódio-mãe no solo ser de forma manual ou mecanizada (Santos et al., 2022). Alguns produtores mantêm os cladódios sob sombra para cicatrização do corte, por poucos dias antes do plantio, objetivando diminuir a ocorrência de doenças após o plantio.

A quantidade de cladódios para plantar 1 ha, numa densidade de plantio de 40.000 plantas ha⁻¹, e peso médio de 0,8 kg por cladódio, é de 32 t de cladódios (Santos et al., 2010). O cultivo da palma forrageira deve ser em locais que possuem solos bem drenados e fertilidade equilibrada do solo (Dubeux e Santos, 2005).

Recomendam-se solos de textura franca ou argilo-arenoso, que apresentam drenagem eficiente e que também tenham CTC e fertilidade mais elevados, do que solos com alto teor de areia (Santos et al., 2022).

Quanto ao espaçamento utilizado, em geral, o adensamento no plantio tem resultado em maior produtividade da cultura (Dubeux Jr. et al., 2006). Silva et al. (2014b) testaram densidades variando entre 10.000 e 80.000 plantas ha⁻¹ e observaram que houve resposta positiva na produtividade dos genótipos de *Opuntia* (Gigante – 6 e 20 t ha⁻¹ ano⁻¹; Redonda – 6 e 26 t ha⁻¹ ano⁻¹) e *Nopalea* (Miúda – 9 e 45 t ha⁻¹ ano⁻¹), na menor e maior densidade, respectivamente.

Os espaçamentos tradicionalmente usados por produtores são mais amplos (ex.: 3x1 m, 2x1 m, 1x1 m) (Lédo et al., 2019), embora atualmente espaçamentos menores (1x0,25 m), sejam mais comuns (Silva et al., 2016b). Em fileira dupla, espaçamento que permita consórcio da palma com outras culturas anuais, como Milheto (1,6 x 0,2 x 0,4 m), obtendo-se diferença não significativa para produção de matéria seca da palma no consórcio (22,5 Mg ha⁻¹ 570 dias⁻¹) e monocultivo (21,6 Mg ha⁻¹ 570 dias⁻¹), conforme Souza et al. (2020). Com espécies arbóreas, Miranda et al. (2019) utilizaram consórcio de IPA-Sertânia (1,0 x 0,25 m) com *Gliricidia* e *Leucena*, distribuídas em fileiras duplas com espaçamento de 9 m entre cada par, 1 m entre as fileiras e 0,5 m entre plantas dentro da fileira, obtendo produção de matéria seca da palma forrageira de 20,5 e 21,2 Mg ha⁻¹ 2 anos⁻¹, respectivamente.

Em relação a adubação, há respostas positivas da palma à aplicação de fertilizantes diversos (Tabela 4), tanto adubação orgânica quanto mineral, bem como a combinação de ambas, variando a produção de 3,8 a 76 Mg MS ha⁻¹, respectivamente.

A palma apresenta resposta à adubação fosfatada, notadamente quando cultivada em populações adensadas (40.000 plantas ha⁻¹) e com teores de P no solo (Mehlich⁻¹) abaixo de 10 mg.dm⁻³ (Dubeux Jr. et al., 2006). O P deve ser aplicado na fase do estabelecimento e após cada colheita para reposição dos nutrientes removidos (Santos et al., 2022).

O nitrogênio (N) é um nutriente bastante limitante para o crescimento da palma, tendo sido observadas respostas lineares positivas a adubações anuais de até 600 kg N ha⁻¹ também em populações adensadas (40.000 plantas ha⁻¹), em populações menos densas (5.000 plantas ha⁻¹), não foi observado efeito da fertilização nitrogenada (Souza et al., 2017). Adubações nitrogenadas devem ser parceladas para reduzir

perdas de N, não devendo ser aplicados mais de 100 kg N ha⁻¹ por vez; além disso, a aplicação deve ser feita no período chuvoso do ano (Santos et al., 2022).

Tabela 4. Produção da palma forrageira submetida a diferentes níveis e fontes de adubação, conforme diferentes autores

Espécie	Variedade	Espaçamento (plantas ha ⁻¹)	Adubação	Produção (Mg MS ha ⁻¹)	Referência
<i>N. cochenillifera</i> Salm Dyck**	Miúda	40.000	0 kg N ha ⁻¹	13,8	Souza et al. (2017)
			150 kg N ha ⁻¹	16,5	
			300 kg N ha ⁻¹	17,0	
			450 kg N ha ⁻¹	17,7	
			600 kg N ha ⁻¹	19,8	
<i>N. cochenillifera</i> Salm Dyck*	Miúda	66.667	0 kg N ha ⁻¹	3,8	Nascimento et al. (2020)
			100 kg N ha ⁻¹	6,8	
			200 kg N ha ⁻¹	8,3	
			400 kg N ha ⁻¹	9,2	
			200kg N ha ⁻¹	20,9	
<i>N. cochenillifera</i> Salm Dyck**	IPA-Sertânia	20.000	Esterco bovino	22,5	Miranda et al. (2019)
			Esterco caprino	21,3	
			Esterco ovino	14,6	
			Cama de frango N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	15,21	
				15,21	
<i>O. ficus-indica</i> Mill**	Gigante	20.000	0-0-0	16,77	Silva et al. (2016c)
			0-150-0	17,58	
			200-150-0	18,88	
			200-150-100		
			40 Mg ha ⁻¹ esterco bovino;		
<i>O. ficus-indica</i> Mill*	Gigante	50.000	50 kg de ureia ha ⁻¹ ;	34,71	Lima et al. (2016)
			500 kg de superfosfato simples ha ⁻¹		
<i>O. ficus-indica</i> Mill*	IPA 20		30 kg de ureia; 14	42,64	
<i>O. stricta</i> (Haw.) Haw.*	Orelha de elefante mexicana	50.000	kg de mono-amônio fosfato; 100 kg de sulfato de potássio	75,99	Rocha et al. (2017)

Frequência de corte: *1 ano e **2 anos.

A concentração de nutrientes nos cladódios varia em função da cultivar, das condições ambientais e do manejo (Dubeux Jr. et al., 2017). Considerando uma concentração média (base MS) de 0,9% N, 0,16% P, 2,58% K e 2,35% Ca (Santos et al., 1990b) e uma produção anual de 20 toneladas de MS ha⁻¹, os nutrientes exportados (kg ha⁻¹ ano⁻¹) via material colhido seria 180 kg N, 32 kg P, 516 kg K e 470 kg Ca, sem considerar outros macro e micronutrientes (Dubeux e Santos, 2005). Além disso,

Nobel (1995) indicou que N, P, K, B e Na são os nutrientes que exercem a maior influência na produtividade da palma.

A palma apresenta variação quanto a resistência à salinidade do solo (Inglese et al., 2017). Freire et al. (2021) avaliaram 20 clones de palma com aplicação de água com salinidade de 3,6 dS m⁻¹ em intervalos de 14 dias e observaram que o clone Liso Forrageiro (*Opuntia ficus-indica*) colhido aos 419 dias após o plantio apresentou maior tolerância a salinidade. Freire et al. (2018) avaliaram palma Miúda sob diferentes níveis de salinidade e observaram que o nível de salinidade da água mais baixo (0,3 dS m⁻¹) e frequência de irrigação de 7 dias favoreceram a maior produção de MS, enquanto nos níveis de salinidade de 0,5; 1,5 e 3,6 dS/m reduziram a produção.

Experiências recentes no estado do Rio Grande do Norte indicam que a irrigação por gotejamento de 10 mm mês⁻¹ (2,5 mm semana⁻¹) usando água salina aumenta a produtividade e possibilita o cultivo de palma forrageira em áreas onde o crescimento era anteriormente limitado por causa das altas temperaturas noturnas e falta de umidade do solo (Lima et al., 2022).

Controle de plantas invasoras

Para aumentar a produtividade da palma forrageira é essencial a realização do manejo para o controle de plantas invasoras, que competem com a palma por nutrientes, umidade e luz (Dubeux Jr. et al., 2017). O controle de plantas invasoras pode ser realizado mecânica ou quimicamente. No Nordeste do Brasil, faz-se a limpeza com enxada ou roçada no verão (Santos et al., 2022), devendo-se ter maior cuidado com o uso do controle mecânico para não danificar o sistema radicular da palma, que é superficial.

Farias et al. (2005) avaliaram diferentes métodos de controle de plantas invasoras no desenvolvimento de *O. ficus-indica* Mill. cv. IPA-20. Quando as plantas invasoras não foram controladas, observou-se produção de 3 t de MS ha⁻¹ após dois anos de crescimento, quando comparado com a obtenção de 12 t de MS ha⁻¹ quando houve o controle químico. Vale ressaltar que no Brasil, não há produtos registrados para uso na cultura da palma. Além disso, o espaçamento adotado no plantio da palma forrageira é muito importante para o manejo de controle de plantas invasoras (Dubeux et al., 2017).

Pragas e doenças

Segundo Barbosa et al. (2012), a cultura da palma forrageira pode ser afetada por diversos patógenos, principalmente fungos. Dentre as doenças de maior ocorrência destacam-se diversas podridões das raquetes, como a podridão mole, a podridão por *Fusarium*, a gomose, manchas de alternaria e a antracnose. Os problemas podem ser minimizados pela utilização de cladódios-sementes sadios, evitar o uso excessivo de esterco mal curtido, e pela inspeção frequente e erradicação precoce das plantas doentes (Mello et al., 2020).

A palma forrageira pode ser atacada também por insetos-praga (*Dactylopius opuntiae* Cockrell) cochonilha-do-carmim (Figura 3A) (Monteiro et al., 2018) e (*Diaspis echinocacti* Bouché) cochonilha-de-escamas (Figura 3B) (Born et al., 2009). Em relação à cochonilha-de-escamas, foi tida por muitos anos, como a principal praga no Nordeste, antes do aparecimento da cochonilha do carmim (Lima et al., 2019a). O controle biológico é realizado por inimigos naturais: joaninha, vespinha, ou parasitoides, e tem se mostrado eficiente, mas o controle químico com óleo mineral ou detergente neutro também é recomendado quando ocorre infestação intensa (Mello et al., 2020).



Figura 3. Palma Redonda acometida por cochonilha do carmim (A) Orelha de Elefante Mexicana acometida por cochonilha de escamas (B).

A principal medida voltada ao controle da cochonilha do carmim é a utilização de variedades resistentes (Lopes et al., 2010). Tais como, a cultivar Miúda, selecionada

por Vasconcelos et al. (2009) e a Orelha de Elefante Mexicana avaliada e selecionada por Santos et al. (2007).

Em grandes focos, onde se faz necessário medidas mais enérgicas, o recomendado é cortar e fornecer aos animais, incinerar ou ainda aplicar o tratamento químico (detergente e inseticida); no tratamento químico, a poda das raquetes serve para facilitar as aplicações, pois muitas vezes é dificultada pela infestação de plantas daninhas e pela dificuldade de locomoção dentro do palmal de plantios densos ou quando a palma está bem desenvolvida (Santos et al., 2006).

Colheita

Na colheita do palmal é necessário a preservação de uma área de cladódio residual para promover interceptação de luz, minimizando o efeito negativo sobre a capacidade fotossintética, possibilitando rebrota mais vigorosa e maior longevidade do palmal (Lima et al., 2015). Em geral, o aumento da frequência de colheita requer redução na intensidade de corte (Gomes et al., 2018).

Lima et al. (2016) observaram que o corte mantendo os cladódios secundários resultou em maior produtividade ($34,7 \text{ Mg MS ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) quando comparada à manutenção dos cladódios primários ou cladódios-mãe, além disso, observaram o aumento na produtividade ao longo de sucessivas colheitas da cultivar Gigante.

Souza (2015) observou que a produtividade da palma Miúda ($45 \text{ t de MS ha}^{-1}$) aumentou com a maior população de plantas ($83.333 \text{ plantas ha}^{-1}$), colhendo a cada dois anos e preservando os cladódios primários. Este sistema intensivo, no entanto, requer maiores entradas de fertilizantes (Figura 4). Alves et al. (2007) observaram que a preservação dos cladódios secundários em palma Gigante proporcionou longevidade do palmal e maior produção de matéria seca ($13,26 \text{ t de MS ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), independente do espaçamento adotado, após 19 anos de cultivo, no município de São Bento do Una-PE.

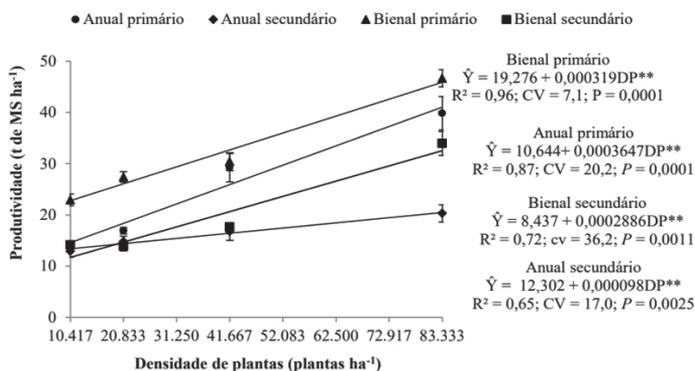


Figura 4. Produtividade da palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme densidade de plantas, frequência de colheita e intensidade de corte.

Fonte: Souza (2015).

Farias et al. (2000) observaram que a interação entre a maior frequência (4 anos) e intensidade de colheita (cladódio primário preservado) resultou em maior produção de matéria seca (4,08 t ha⁻¹) de palma Gigante, quando comparado com a frequência de colheita de 2 anos (3,43 t ha⁻¹). Quando se preservou o cladódio secundário, não houve diferença significativa entre as intensidades de colheita de 2 (4,76 t ha⁻¹) e 4 anos (4,39 t ha⁻¹).

Armazenamento pós-colheita

O armazenamento dos cladódios após a colheita, sem perda do valor nutritivo da forragem, pode reduzir os custos de mão de obra e transporte, dependendo da distância do campo à área de alimentação do rebanho, porém, o armazenamento deve ocorrer em local suspenso, com sombra ou coberto e ventilado (Santos et al., 1992), sem modificação no desempenho dos animais (Santos et al., 1998).

O armazenamento de diferentes cultivares de palma fresca (Redonda, Gigante e Miúda) foram avaliados por Santos et al. (1992). Os cladódios foram empilhados e armazenados à sombra, sendo observado que os períodos de armazenamento de até 16 dias não promoveram perdas de MS, PB, fibra bruta e carboidratos solúveis. Silva et al. (2017) observaram que *O. stricta* mantém seu valor nutritivo estável até 21 dias de armazenamento. Carvalho et al. (2020) constataram que o armazenamento pós-colheita em paletes de madeira, alocados em galpão ventilado por até 60 dias em

palma Miúda, baiana e Orelha de Elefante Mexicana não comprometeu a qualidade da forragem.

Composição bromatológica

A composição química da palma forrageira varia conforme a época do ano (Abidi et al., 2009), idade da planta (Pessoa et al., 2020), ordem do cladódio (Teles et al., 2004), cultivar (Batista et al., 2009), manejo de adubação (Dubeux Jr. et al., 2010), espaçamento de plantio (Souza et al., 2017), entre outros fatores.

A composição da palma forrageira (Tabela 5) se apresenta de maneira geral com baixo teor de matéria seca (92-157 g/kg de matéria natural), baixo teor de proteína bruta (33,8-69,0 g/kg MS) e fibra em detergente neutro (198-326 g/kg MS), além do alto teor de carboidratos não-fibrosos (509-639 g/kg MS).

Vale ressaltar que em regiões áridas e semiáridas a palma proporciona excelente aporte de água para os animais, muitas vezes garantindo a sobrevivência dos animais, porém, considerando a composição da planta, se faz necessário a inclusão de fontes de nitrogênio e fibra efetiva para o suprimento das exigências nutricionais dos animais (Dubeux Jr. et al., 2021).

A palma forrageira é ainda fonte de elevada energia rapidamente disponível (509-639 g/kg de MS) e, segundo Rocha Filho et al. (2021), a palma apresenta alta degradabilidade ruminal, com mais de 80% da MS desaparecendo em até 48 h de incubação, fenômeno que é atribuído ao seu alto conteúdo de carboidratos não fibrosos (CNF). O que possibilita a substituição de ingredientes energéticos como milho e a possibilidade da inclusão da ureia pecuária na dieta, reduzindo os custos, fato este fundamental para os produtores do semiárido, onde a grande maioria são de estrutura familiar (Silva et al., 2019).

Tabela 5. Composição química de palma forrageira de acordo com diferentes autores

Autor	Espécie	MS ¹	MO ²	PB ³	EE ⁴	FDN ⁵	FDA ⁶	CHT ⁷	CNF ⁸	LIG ⁹
Cardoso et al. (2019)	<i>N. cochenillifera</i>	142	887	33,8	21,9	267	104	834	567	24,0
Oliveira et al. (2018)	<i>N. cochenillifera</i>	109	844	44,6	14,7	243	146	-	534	25,1
Silva et al. (2018)	<i>N. cochenillifera</i>	157	929	33,8	10,4	246	-	-	639	-
Moura et al. (2020)	<i>N. cochenillifera</i>	92	881	36	15	265	100	-	565	-
Rocha Filho et al. (2021)	<i>N. cochenillifera</i>	96	848	46	17	246	128	785	539	16,0
Monteiro et al. (2018)	<i>N. cochenillifera</i>	150	910	35	-	257	-	574	-	-
Lopes et al. (2020)	<i>N. cochenillifera</i>	123	870	40	13,8	252	137	816	563	22,7
Silva et al. (2018)	<i>O. stricta</i>	94	881	60	12,7	262	-	-	547	-
Rocha Filho et al. (2021)	<i>O. stricta</i>	77	859	69	19	262	139	771	509	29
Monteiro et al. (2014)	<i>O. ficus-indica</i>	120	898	43	17	326	-	-	552	50
Lopes et al. (2020)	<i>Opuntia</i> spp.	97	850	55	17,8	198	95,3	778	580	24,4

¹Matéria seca; ²Matéria orgânica; ³Proteína bruta; ⁴Extrato etéreo; ⁵Fibra em detergente neutro; ⁶Fibra em detergente ácido; ⁷Carboidratos totais; ⁸Carboidratos não-fibrosos; ⁹Lignina.

O teor de compostos fenólicos totais e taninos condensados encontrados por Silva et al. (2011) em *O. ficus-indica* foi de 168 e 120 mg/100g de catequina, ou 1,7 e 1,2 quando expressa em g/kg de MS, concluindo que está abaixo do nível considerado prejudicial aos animais.

Em relação ao perfil de ácidos graxos na palma forrageira desidratada, os mais abundantes observados por López-Cervantes et al (2011) foram ácido palmítico (C16: 0), ácido linoléico (C18: 2n6), ácido linolênico (C18: 3n3) e ácido oleico (C18: 1n9), o que corresponde a 88%, 91% e 92% dos ácidos graxos totais. Em geral, os aminoácidos encontrados em maior concentração foram os Tirosina, Prolina, Aspartato e Glutamato, que representaram cerca de 56% do conteúdo total. Esta composição da palma forrageira pode funcionar como componente nutracêutico na carne e leite produzidos pelos ruminantes que tem a palma como base alimentar.

Palma na alimentação de ruminantes

A palma é fornecida verde, picada, no cocho, devendo ser associada a outros alimentos para corrigir as deficiências de proteína e fibra e deve ser fornecida como uma mistura para evitar a seleção pelos animais. O pastejo do palmal é utilizado por

alguns produtores, entretanto as perdas são muito elevadas, sendo necessária ainda pesquisas para adequada avaliação desse método.

Na década de 70, Santana et al. (1972) avaliaram palma e silagem de sorgo fornecidos separadamente em dietas para vacas leiteiras, inclusive tratamentos como alimentos exclusivos. Não foi observado diferenças para produção de leite (PL), % de gordura do leite e eficiência alimentar (kg de leite produzido/kg de matéria seca consumida). Porém, foram observadas perda de peso nos animais, além de repetidos casos de diarreia e redução da ruminação. Tal resultado, na época, resultou numa mensagem negativa sobre a recomendação do uso da palma na alimentação animal.

Santos et al. (1990b) compararam três cultivares de palma (Redonda, Gigante e Miúda), além de silagem de sorgo e concentrado comercial, na proporção de 75% de palma e 25% de silagem na alimentação de vacas holandesas puras. Foram observadas produções diárias de leite de 12,44; 12,36 e 12,27 kg/vaca/dia e perdas de peso vivo de 565, 640 e 77g/animal/dia para as cultivares Redonda, Gigante e Miúda, respectivamente. Wanderley et al. (2002) e Araújo et al. (2004), quando associaram a palma Gigante e Miúda nas proporções de 0; 12; 24 e 36% para o primeiro estudo e 36 e 50% para o segundo, com silagem de sorgo e capim-elefante, não observaram qualquer distúrbio metabólico e observaram produções de leite de até 24,75 kg/vaca/dia nas maiores proporções de palma.

Aguiar et al. (2015) analisaram a inclusão da palma forrageira do gênero *Opuntia* substituindo silagem de sorgo e concentrado, na alimentação de novilhas leiteiras confinadas e indicam o uso de até 60% de palma na dieta, onde o grande destaque foi a não utilização do milho e a redução drástica da soja (13,8%) e da silagem (26%), produtos de alto valor no mercado.

Silva et al. (2007), trabalhando com vacas holandesas em lactação, concluíram que a palma forrageira pode ser associada a diversos alimentos volumosos, tais como: bagaço de cana-de-açúcar, feno de capim-tifton, feno de capim-elefante ou silagem de sorgo, sem alterar o consumo de nutrientes, produção de leite e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes. Esses resultados demonstram que a associação da palma pode ser feita com o volumoso de menor custo e de fácil aquisição na região, aspecto de suma importância, já que a margem de lucro da atividade leiteira é baixa e todos os esforços devem ser voltados para a redução de custos.

Soares et al. (2020) avaliaram cabras da raça Saanen em lactação recebendo dietas contendo palma Orelha de elefante mexicana em substituição a palma Miúda nos níveis de 0; 11,5; 23,5 e 35% MS e indicaram o uso de até 35% de palma Miúda ou palma Orelha de elefante mexicana, pois mantiveram os níveis de produção de leite 3,39 kg dia⁻¹ e diminuíram os custos de alimentação (R\$ 0,32 por kg MS), quando

comparado a uma dieta sem palma e utilizando o feno de tifton como volumoso único (R\$ 0,34 por kg MS).

A inclusão de palma na dieta de cordeiros em confinamento apresenta vantagem, pois propicia ganhos médios de 179 g/dia, levando em consideração a menor proporção de concentrado (23%) e a maior proporção de palma (52%) (Tabela 6).

Tabela 6. Proporção dos ingredientes e desempenho de cordeiros em confinamento

Raça	CMS ¹ (kg/dia)	Peso inicial (kg)	Peso ao abate (kg)	Ganho médio (g/dia)	Dieta		
					%Palma	%Vol. ²	%Conc. ³
Santa Inês ⁴	1,19	29,60	32,80	0,174	32	16	52
Santa Inês ⁵	1,08	19,00	35,00	0,267	30	20	48
SPRD ⁶	1,24	24,10	38,10	0,225	30	20	48
Santa Inês ⁷	1,29	26,90	33,20	0,179	52	25	23
SPRD ⁸	1,04	16,11	34,57	0,247	35	35	26,5
Média	1,17	23,14	34,73	0,22	35,8	23,2	39,5

¹Consumo de matéria seca; ²Volumoso; ³Concentrado; ⁴Oliveira (2017); ⁵Cardoso et al. (2019); ⁶ Lima et al. (2019b); ⁷Bezerra (2015); ⁸Silva et al. (2020).

Palma na alimentação de não-ruminantes

Quanto ao uso da palma na alimentação de não-ruminantes, existem limitações quanto a capacidade limitada destes animais em processar e digerir fibras dietéticas, mesmo que esta fibra seja rica em polissacarídeos não-amiláceos. A palma forrageira por ter como característica baixo valor proteico, sua inclusão na dieta destes animais deve ser reduzida em comparação aos ruminantes (Silva et al., 2016). Além disso, a maioria das pesquisas com palma para não-ruminantes utilizam o farelo e não a palma *in natura*.

Santos et al. (2014) estudaram a substituição do milho pelo farelo de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) nos níveis de 0, 3, 6, 9 e 12% e mostraram que contribuíram para o maior incremento nos teores de gordura na carcaça de frangos de corte comercial (variando de 179,9 g/kg até 284,7 g/kg nos tratamentos 0 e 6% de inclusão, respectivamente).

Na alimentação de suínos em crescimento, Silva et al. (2016) avaliaram a utilização do farelo de palma Gigante em dietas com ou sem suplementação

de enzimas exógenas e concluíram que o farelo de palma pode ser utilizado na alimentação de suínos em até 5% nas dietas não suplementadas, e em 10% nas dietas suplementadas com complexo enzimático.

Garcez (2016) avaliou o uso do farelo de *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck na dieta de equinos da raça mangalarga marchador e destaca que o farelo de palma é um alimento alternativo na dieta de equinos que pode substituir o alimento concentrado em até 15%, sem diminuir o consumo e prejudicar a digestibilidade da dieta, além de apresentar grande aceitação pelos animais quando misturado à ração.

Assim, em regiões onde a palma forrageira é cultivada, a sua utilização na forma de farelo pode ser uma alternativa viável para substituição de parte do ingrediente energético da dieta de animais não-ruminantes, sendo assim mais uma alternativa para os produtores, quando na formulação das dietas avaliar o custo-benefício de um alimento disponível e resistente as características climáticas da região semiárida.

Perspectivas

As informações atualmente disponíveis sobre palma forrageira para produção de forragens são adequadas para implementação bem-sucedida de sistemas de cultivo em diferentes áreas, notadamente regiões áridas e semiáridas, porém mais pesquisas são necessárias em relação às variedades de palma resistentes a cochonilha do carmim para aumentar o conhecimento quanto aos aspectos de sistema de plantio, adubação, armazenamento pós-colheita, com vistas a aumentar a produtividade desses materiais e a eficiência do seu uso em diferentes sistemas de produção pecuária.

Investigações do uso da palma forrageira na modificação do perfil de ácidos graxos da carne e do leite produzidos por ruminantes são essenciais para maior otimização do uso da palma. Além disso, estudos de plantações de palma forrageira pode funcionar não apenas como reservatório de água e energia, mas também como potencial aumento do sequestro de carbono em regiões áridas e semiáridas do mundo.

Agradecimento

Aa memórias dos nossos queridos Prof. Iderval Farias e Prof. Mário de Andrade Lira, pesquisadores dedicados aos estudos sobre palma forrageira, que já realizaram suas passagens.

Registramos nosso reconhecimento e agradecimento especial, pelos conhecimentos transmitidos, que serão eternos para nós e para futuras gerações.

Referências bibliográficas

ABIDI, S.; BEN SALEM, H.; MARTÍN-GARCÍA, A.I. et al. Ruminal fermentation of spiny (*Opuntia amyclae*) and spineless (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) cactus cladodes and diets including cactus. **Animal Feed Science and Technology**, v.149, p.333-340, 2009.

ACEVEDO, E; BADILLA, I.; NOBEL, P.S. Water relations, diurnal acidity changes, and productivity of a cultivated cactus, *Opuntia ficus-indica*. **Plant Physiology**, v.72, p.775-780, 1983.

ADLI, B.; TOUATI, M.; YABRIR, B. et al. Morphological characterization of some naturalized accessions of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. in the Algerian steppe regions. **South African Journal of Botany**, v.124, p.211-217, 2019.

AGUIAR, M.S.M.; SILVA, F.F.; DONATO, S.L.R. et al. Microbial protein synthesis and concentration of urea in dairy heifers fed diets with cactus forage *Opuntia*. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, p.999-1012, 2015.

AHUMADA, L.; MONTENEGRO, G.; TRILLO, C. et al. Cytogenetics of tuna in Argentina (two forms of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. and *O. robusta* J. C. Wendl, Cactaceae). **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.67, p.645-654, 2020.

ALVES, R.N.; FARIAS, I.; MENEZES, R.S.C. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Revista Caatinga**, v.20, p.38-44, 2007.

AMORIM, D.M.; SILVA, T.G.F.; PEREIRA, P.C. et al. Phenophases and cutting time of forage cactus under irrigation and cropping systems. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.47, p.62-71, 2017.

ANDERSON, E.F. **The cactus family**. Oregon: Timber Press, 2001. 776p.

ANDRADE-CETTO, A.; WIEDENFELD, H. Anti-hyperglycemic effect of *Opuntia streptacantha* Lem. **Journal of Ethnopharmacology**, v.133, p.940-943, 2011.

ANDRADE-MONTEMAYOR, H.M.; CORDOVA-TORRES, A.V.; GARCÍA-GASCA, T. et al. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, v.98, p.83-92, 2011.

ARAGONA, M.; LAURIANO, E.R.; PERGOLIZZI, S. et al. *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller as a source of bioactivity compounds for health and nutrition. **Natural Product Research**, v.32, p.2037-2049, 2018.

ARAÚJO, P.R.B.; FERREIRA, M.A.; BRASIL, L.H.A. et al. Substituição do milho por palma forrageira em dietas completas para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1850-1857, 2004.

ARREOLA-NAVA, H.J.; CUEVAS-GUZMÁN, R.; GUZMÁN-HERNÁNDEZ, L. et al. *Opuntia setocarpa*, uma espécie nueva de nopal del occidente de México. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v.88, p.792-797, 2017.

BARBOSA, R.S.; CAVALCANTI, V.A.L.B.; BRASIL, L.H.A. et al. Doenças da palma forrageira. In: LOPES, E.B. (ed.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino**. João Pessoa, PB: EMEPA-PB, FAEPA, 2012. p.81-97.

BATISTA, A.M.V.; RIBEIRO NETO, A.C.; LUCENA, R.B. et al. Chemical Composition and Ruminant Degradability of Spineless Cactus Grown in Northeastern Brazil. **Rangeland Ecology & Management**, v.62, p.297-301, 2009.

BEZERRA, S.B.L. **Inclusão de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dick) em dietas de ovinos em crescimento**. 102p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife:UFRPE, 2015.

BORN, F.S.; ARAÚJO, M.J.C.; LIMA, H.M.A. et al. Controlo of *Diaspis Echinocacti* (Bouché, 1833) (Hemiptera: Diaspididae) in Prickly-Pear. **Acta Horticulturae**, v.811, p.223-226, 2009.

CARDOSO, D.B.; CARVALHO, F.F.R.; MEDEIROS, G.R. et al. Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.247, p.23-31, 2019.

CARVALHO, C.B.M., EDVAN, R.L., NASCIMENTO, K.S. et al. Methods of storing cactus pear genotypes for animal feeding. **African Journal of Range & Forage Science**, v.2020, p.1-7, 2020.

CHÁVEZ-MORENO, C. K.; TECANTE, A.; CASAS, A. The *Opuntia* (Cactaceae) and *Dactylopius* (Hemiptera: Dactylopiidae) in Mexico: a historical perspective of use, interaction and distribution. **Biodiversity and Conservation**, v.18, p. 3337, 2009.

CUNHA, M.V.; SANTOS, D.C.; FERRAZ, A.P.F. et al. Melhoramento da palma forrageira. In: SANTOS, M.V.F.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A. (eds.). **Palma forrageira: potencial e perspectivas**. Suprema Gráfica: Recife-PE. 2a Edição. 2022.

DUBEUX JR., J.C.B.; ARAUJO FILHO, J.T.; SANTOS, M.V.F. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, p.129-135, 2010.

DUBEUX JR., J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V. et al. Cactus (*Opuntia* and *Nopalea*) nutritive value: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v.275, p.114890, 2021.

DUBEUX JR., J.C.B.; SANTOS, M.V.F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil - conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 1 ed. Recife-PE: Editora Universitária - UFPE, 2005. p.105-128.

DUBEUX JR., J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A. et al. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. **Journal of Arid Environments**, v.67, p.357-372. 2006.

DUBEUX JR., J.C.B.; SCHROTH, W.; RUIZ-MORENO, M. et al. Nutritive value of raketamena (*Opuntia stricta*) as a fodder in Madagascar. **Acta Horticulturae**, v.1247, p.73-80, 2019.

DUBEUX JR., J.C.B.; SILVA, N.G.M.; SANTOS, M.V.F. et al. Organic fertilization and plant population affect shoot and root biomass of forage cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.). **Acta Horticulturae**, v.995, p.221-224, 2013.

DUBEUX JR.; BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A. Forage production and supply for animal nutrition. In: INGLESE, P.; MONDRAGON, C.; NEFZAOU, A. et al. (Eds.). **Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Rome, 2017, p.73-92.

DUQUE, S.G. **O Nordeste e as culturas xerófilas**. Mossoró: 3. Ed. Escola Superior de Agricultura de Mossoró/Fundação Guimarães Duque. ESAM (Coleção Mossoroense,143). 316p. 1980.

EPIFÂNIO, N.M.L.S. Descritores morfológicos e indicador de metabolismo fotossintético em clones de Palma forrageira. 84p. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife: UFRPE, 2019.

FARIAS, I.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C. et al. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.341-347, 2000.

FARIAS, I.; SANTOS, D.C.; DUBEUX JR, J.C.B. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil - conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 1. ed. Recife-PE: Editora Universitária - UFPE, p.81-103, 2005.

FREIRE, J.L.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR, J.C.B. et al. Growth of cactus pear cv. Miúda under different salinity levels and irrigation frequencies. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.90, p.3893-3900, 2018.

FREIRE, J.L.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR., J.C.B. et al. Evaluation of cactus pear clones subjected to salt stress. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, v.9, n.2, p.235-242, 2021.

GARCEZ, D.S.M. **Farelo de palma forrageira (Nopalea cochenillifera Salm Dyck) na dieta de equinos**. 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Sergipe, 2016.

GOMES, G.M.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; LOPES, M.N. et al. Chemical composition of cactus pear cladodes under different fertilization and harvesting managements. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53, p.221-228, 2018.

GONÇALVES, G.D.; ARRUDA, E.C.P.; SANTOS, M.V.F. et al. Aspectos morfoanatômicos e químicos da palma forrageira. In: SANTOS, M.V.F.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A. (eds.). **Palma forrageira: potencial e perspectivas**. Suprema Gráfica: Recife-PE. 2020. p.89-114.

GRIFFITH, M.P. The origins of an important cactus crop, *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae): new molecular evidence. **American Journal of Botany**, v.91, p.1915-1921, 2004.

GRÜN WALDT, J.M.; GUEVARA, J.C.; GRÜN WALDT, E.G. et al. Cacti (*Opuntia* spp.) as forage in Argentina dry lands. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias**, v.47, p.263-282, 2015.

HÄNKE, H.; BARKMANN, J.; MÜLLER, C. et al. Potential of *Opuntia* seed oil for livelihood improvement in semi-arid Madagascar. **Madagascar Conservation & Development**, v.13, p.34-44, 2018.

HILLS, F.S. Anatomia e morfologia. In: INGLESE, P.; BARBERA, G.; PIMIENTA BARRIOS, E. (Eds.) **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. SEBRAE: FAO, n.132, p.28-35, 2001.

HOUÉROU, H.N. Cacti (*Opuntia* spp.) as a Fodder Crop for Marginal Lands in the Mediterranean Basin. **Acta Horticulturae**, v.581, p.21-46, 2002.

IBGE, 2017 - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2727>>. Acesso em: 21 de dezembro de 2020.

INÁCIO, J.G.; CONCEIÇÃO, M.G.; SANTOS, D.C. et al. Nutritional and performance viability of cactus *Opuntia*-based diets with diferente concentrate levels for Girolando lactating dairy cows. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.33, p.35-43, 2020.

INGLESE, P.; LIGUORI, G.; La BARRERA, E. Ecophysiology and reproductive biology of cultivated cacti. In: INGLESE, P.; MONDRAGON, C.; NEFZAOU, A. et al. (Eds.). **Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Rome, 2017. p.29-39.

KIESLING, R. Origen, domesticación y distribución de *Opuntia ficus-indica*. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v.3, p.50-60, 1998.

Lazarte, L.; Ramírez, K. Morphological characterization of *Opuntia* spp. accessions for potential use as a forage crop in dry areas of Bolivia. **Acta Horticulturae**, v.1247, p.123-130, 2019.

LÉDO, A.A.; DONATO, S.L.R.; ASPIAZÚ, I. et al. Yield and water use efficiency of cactus pear under arrangements, spacings and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, p.413-418, 2019.

LIMA, G.F.C.; CUNHA, M.V.; MEDEIROS, J.F. et al. Irrigação em palma forrageira. In: SANTOS, M.V.F.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A. (eds.). **Palma forrageira: potencial e perspectivas**. Suprema Gráfica: Recife-PE. 2a. Edição. 2022. p. 307-340.

LIMA, G.F.C.; REGO, M.M.Y.; DANTAS, F.D.G. et al. Morphological characteristics and forage productivity of irrigated cactus pear under different cutting intensities. **Revista Caatinga**, v.29, p.481-488, 2016.

LIMA, G.F.C.; DANTAS, F.D.G.; CHAGAS, M.C.M. et al. **Caminhos para expansão e desenvolvimento da palma forrageira no Rio Grande do Norte**. Parnamirim, RN: EMPARN, 2019a. 81p. (Documentos, 49).

LIMA, G.F.C.; RÊGO, M.M.T.; AGUIAR, E.M. et al. Effect of different cutting intensities on morphological characteristics and productivity of irrigated *Nopalea* forage cactus. **Acta Horticulturae**, v.1067, p.253–258, 2015.

LIMA, T.J.; RIBEIRO, N.L.; COSTA, R.G. et al. Optimizing the use of spineless cactus in the finishing diet of lambs: physicochemical properties and sensory characteristics of meat. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.99, p.6241–6247, 2019b.

LOPES, E.B.; BRITO, C.H.; ALBUQUERQUE, I.C. et al. Seleção de genótipos de palma forrageira (*Opuntia* spp.) e (*Nopalea* spp.) resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1929) na Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental**, v.7, p.204-215, 2010.

LOPES, L.A.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V. et al. Intake, digestibility, and performance of lambs fed spineless cactus cv. Orelha de Elefante Mexicana. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.33, p.1284-1291, 2020.

LÓPEZ-CERVANTES, J; SÁNCHEZ-MACHADO, D.I.; CAMPAS-BAYPOLI, O.N.; BUENO-SOLANO, C. Functional properties and proximate composition of cactus pear cladodes flours. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, p.654-659, 2011.

MAJURE, L.C.; PUENTE, R.; GRIFFITH, M. P. et al. Phylogeny of *Opuntia* s.s. (Cactaceae): Clade delineation, geographic origins, and reticulate Evolution. **American Journal of Botany**, v.99, n.5, p.847-864, 2012.

MARÍN, V.H.; RODRÍGUES, L.C.; NIEMEYER, M. A socio-ecological model of the *Opuntia* scrublands in the Peruvian Andes. **Ecological Modelling**, v.227, p.136-146, 2012.

MATALLO, H.; CASAS-CASTAÑEDA, F.; MIGONGO-BAKE, E. Use of live fences of Nopal (*Opuntia*) and associated crops to rehabilitate and protect sloping land in Loja, Ecuador. **Mountain Research and Development**, v.22, p.22-25, 2002.

MELLO, A.C.L.; ANDRADE, D.E.G.T.; ASSIS, T.C. et al. Pragas e doenças da palma. In: SANTOS, M.V.F.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A. (eds.). **Palma forrageira: potencial e perspectivas**. Suprema Gráfica: Recife-PE. 2020. p.159-196.

MENOR, T.R.F.L. **Sistemas de cultivo e composição isotópica de carbono e nitrogênio em palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*)**. 166p. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife: UFRPE, 2018.

MIRANDA, K.R.; DUBEUX JR., J.C.B.; MELLO, A.C.L. et al. Forage production and mineral composition of cactus intercropped with legumes and fertilized with different sources of manure. **Ciência Rural**, v.49, p.e20180324, 2019.

MONTEIRO, C.C.F.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. A new cactus variety for dairy cows in áreas infested with *Dactylopius opuntiae*. **Animal Production Science**, v.59, p.479-485, 2018.

MONTEIRO, C.C.F.; MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A. et al. Replacement of wheat bran with spineless cactus (*Opuntia ficus indica* Mill cv Gigante) and urea in the diets of Holstein x Gyr heifers. **Tropical Animal Health and Production**, v.46, p.1149-54, 2014.

MOOSAZADEH, E.; AKHGAR, M.R.; KARIMINIK, A. Chemical composition and antimicrobial activity of *Opuntia stricta* F. essential oil. **Journal of Biodiversity and Environmental Sciences**, v.4, p.94-101, 2014.

MORALES, P.; RAMÍREZ-MORENO, E.; SANCHEZ-MATA, M.C. et al. Nutritional and antioxidant properties of pulp and seeds of two xoconostle cultivars (*Opuntia joconostle* F.A.C. Weber

ex Diguët and *Opuntia matudae* Scheinvar) of high consumption in Mexico. **Food Research International**, v.46, p.279-285, 2012.

MOURA, J.G. **Valor nutritivo e características anatômicas de variedades de palma forrageira (*Nopalea* sp. e *Opuntia* sp.) com diferentes níveis de resistência á cochonilha do carmim (*Dictylopius opuntiae* Cockerell)**. 97p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife: UFRPE, 2012.

MOURA, M.S.C.; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V. et al. The inclusion of spineless cactus in the diet of lambs increases fattening of the carcass. **Meat Science**, v.160, p.107975, 2020.

MSADDAK, L.; ABDELHEDI, O.; KRIDENE, A. et al. *Opuntia ficus-indica* cladodes as a functional ingredient: bioactive compounds profile and their effect on antioxidant quality of bread. **Lipids in Health and Disease**, n.32, p.1-8, 2017.

NASCIMENTO, K.S.; EDVAN, R.L.; GOMES, N.S. Evaluation of application frequency and levels of nitrogen on cactus pear. **Journal of Agricultural Studies**, v.8, p.859-870, 2020.

NOBEL, P.S. Biologia ambiental. In: INGLESE, P.; BARBERA, G.; PIMIENTA BARRIOS, E. (Eds.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. SEBRAE: FAO, Nº 132, p. 36-48. 2001.

NOBEL, P.S. Environmental biology. In: Barbera, G.; Inglese, P.; Pimienta Barrios E. (eds.) **Agroecology, cultivation and uses of cactus pear**. FAO Plant Production and Protection Paper No. 132. Rome, FAO. 1995. p.36-48.

NUNES, J.S.L.; SALVADOR, K.R.S.; JARDIM, A.M.R.F. et al. Morphophysiological and biophysical indices of forage cactus cultivated under water technologies in the Pajeú River basin. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v.5, p.128-139, 2020.

OLIVEIRA, J.P.F. **Palma forrageira em substituição à cana de açúcar para ovinos em terminação**. 95p. Tese (Doutorado em zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife: UFRPE, 2017.

OLIVEIRA, J.P.F.; FERREIRA, M.A.; ALVES, A.M.S.V. et al. Carcass characteristics of lambs fed spineless cactus as a replacement for sugarcane. **Asian-Australas Journal Animal Sciences**, v.31, p.529-536, 2018.

PESSOA, A.S. **Cultura da palma forrageira**. Recife: SUDENE. Divisão de Documentação, 1967. 98p. (SUDENE. Agricultura, 5).

PESSOA, D.V.; ANDRADE, A.P.; MAGALHÃES, A.L.R. Forage cactus of the genus *Opuntia* in different phenological phases: Nutritional value. **Journal of Arid Environments**, v.181, p.104243, 2020.

PRAT, L.; FRANCK, N.; SUDZUKI, F. Morphology and anatomy of *Platyopuntiae*. In: INGLESE, P.; MONDRAGON, C.; NEFZAOU, A. et al. (Eds.). **Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Rome, 2017, p.21-28.

PUENTE-MARTINEZ, R. **Taxonomic Revision and Phylogeny of the Genus Nopalea Salm-Dyck (Cactaceae:Opuntioideae)**. Tucson: Arizona State University, 2006. 276p.

QUEIROZ, M.G.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S. et al. Relações hídrico-econômicas da palma forrageira cultivada em ambiente semiárido. **Revista Irriga**, v.1, p.141-154, 2016.

ROCHA FILHO, R.R.; SANTOS, D.C.; VÉRAS, A.S.C. et al. Can spineless forage cactus be the queen of forage crops in dryland areas? **Journal of Arid Environments**, v.186, p.104426, 2021.

ROCHA, R.S.; VOLTOLINI, T.V.; GAVA, C.A.T. Características produtivas e estruturais de genótipos de palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.66, p.363-371, 2017.

SAMAH, S.; PARDO, C.V.T.; CRUZ, M.A.S.; VALADEZ-MOCTEZUMA, E. Genetic diversity, genotype discrimination, and population structure of mexican *Opuntia* sp., determined by SSR markers. **Plant Molecular Biology Reporter**, v.34, p.146-159, 2016.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SALES, A.T.S.; DUTRA, E.D. et al. Morfologia e fisiologia das palmas forrageiras. In: SANTOS, M.V.F.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A. (eds.). **Palma forrageira: potencial e perspectivas**. Suprema Gráfica: Recife-PE. 2020. p.63-88.

SÁNCHEZ, C.; HERNÁNDEZ, G. Utilization of goat cacti (*Opuntia* sp.) enriched with urea in goats on traditional exploitations of arid areas of Lara state, Venezuela. **Zootecnia Tropical**, v.24, p.457-466, 2006.

SANTANA, O.P.; ESTIMA, A.L.; FARIAS, I. Palma versus silagem na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.1, p.31-40, 1972.

SANTOS, D.C.; LIRA, M.A.; FARIAS, I. et al. Selection of forage cactus pear genotypes resistant to the carmine cochineal In: INTERNATIONAL CONGRESS ON CACTUS PEAR AND COCHINEAL, 4., **Proceedings...** João Pessoa, 2007.

SANTOS, D.C.; SANTOS, M.V.F.; FERRAZ, A.P.F. et al. Importância da palma forrageira para o Semiárido. In: SANTOS, M.V.F.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A. (eds.). **Palma forrageira: potencial e perspectivas**. Suprema Gráfica: Recife-PE. 2020. p.17-42.

SANTOS, D.C.; SILVA, M.C.; DUBEUX JR., J.C.B. et al. Estratégias para uso de cactáceas em zonas semiáridas: novas cultivares e uso sustentável das espécies nativas. **Revista Científica de Produção Animal**, v.15, p.111-121, 2013.

SANTOS, D.C.S.; FARIAS, I.; LIRA, M.A. et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48 p. (IPA. Documentos, 30).

SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. et al. Plantio e cultivo da palma forrageira. In: SANTOS, M.V.F.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A. (eds.). **Palma forrageira: potencial e perspectivas**. Suprema Gráfica: Recife-PE. 2a. Edição. 2022. p. 131-150.

SANTOS, M.V.F.; FARIAS, I.; LIRA, M.A. et al. Colheita da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* MILL) cv. Gigante sobre o desempenho de vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.33-37, 1998.

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR, M.V. et al. Palma Forrageira. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Eds.). **Plantas forrageiras** – Viçosa, MG: Editora UFV, 2010. p.459-493.

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS et al. Efeito do período de armazenamento pós-colheita sobre o teor de massa seca e composição química das palmas forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, p.777-783, 1992.

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS et al. Número, dimensões e composição química de artigos de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) cv. gigante de diferentes ordens. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.7, p.69-69, 1990a.

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I. et al. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira “Gigante”, “Redonda” (*Opuntia ficus-indica* Mill) e “Miúda” (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dick) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, p.504-511, 1990b.

SANTOS, S.L.; GOMES, P.M.A.; RODRIGUES, M.S.A. et al. Avaliação físico-química do peito de frango alimentado com farelo de palma forrageira. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.10, p.01-06, 2014.

SCARANO, P.; NAVIGLIO, D.; PRIGIONIERO, A. et al. Sustainability: obtaining natural dyes from waste matrices using the prickly pear peels of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. **Agronomy**, v.10, p.528, 2020.

SCHEINVAR, L.; OLALDE-PARRA, G.; GALLEGOS-VÁZQUEZ, C. Uma nueva especie del género *Opuntia* (Cactaceae) para el estado de Veracruz, México. **Botanical Sciences**, v.93, p.1-8, 2015.

SILVA J.A.; DONATO, S.L.R.; DONATO, P.E.R. et al. Extraction/export of nutrients in *Opuntia ficus-indica* under different spacings and chemical fertilizers. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, p.236-2425, 2016c.

SILVA, E.G.B.; MARINHO, A.L.; MOREIRA, J.A. et al. Farelo de palma gigante (*Opuntia ficus-indica*) na alimentação de suínos em crescimento. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.10, p.314-321, 2016.

SILVA, E.T.S.; MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A. et al. Acceptability by Girolando heifers and nutritional value of erect prickly pear stored for different periods. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, p.761-767, 2017.

SILVA, J.A.; DONATO, S. L. R.; DONATO, P.E.R. et al. Yield and vegetative growth of cactus pear at different spacings and under chemical fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, p.564-569, 2016a.

SILVA, J.F.S.; SOUZA, M.T.C.; VIEIRA, M.S.B. et al. The replacement of grass hay by cassava foliage hay or spineless cactus improves lamb performance. **Tropical Animal Health and Production**, v.52. p.1623-1630, 2020.

SILVA, L.M.; FAGUNDES, J.L.; VIEGAS, P.A.A. et al. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v.44, p.2064-2071, 2014b.

SILVA, M.G.S.; DUBEUX JR., J.C.B.; ASSIS, L.C.S.L.C. et al. Anatomy of different forage cacti with contrasting insect resistance. **Journal of Arid Environments**, v.74, p.718-722, 2010.

SILVA, N.G.M.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR, J.C.B. et al. Effects of planting density and organic fertilization doses on productive efficiency of cactus pear. **Revista Caatinga**, v.29, p.976-983, 2016b.

SILVA, R.C.; FERREIRA, M.A.; OLIVEIRA, J.C.V. et al. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet. **South African Journal of Animal Science**, v.48, p.516-525, 2018.

SILVA, R.R.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) associada a diferentes volumosos em dietas para vacas da raça holandesa em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.29, p.317-324, 2007.

SILVA, S.S.; OLIVEIRA, M.C.; CAMPOS, J.M.S. et al. Viabilidade econômica em sistemas de produção de leite da Agricultura familiar em Pernambuco. **Custos e @gronegocio on line**, v.15, p.460-484, 2019.

SILVA, T.G.F.; MIRANDA, K.R.; SANTOS, D.C. et al. Área do cladódio de clones de palma forrageira: modelagem, análise e aplicabilidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.4, p.633-641, 2014a.

SILVA, T.G.F.; PRIMO, J.T.A.; MORAIS, J.E.F. et al. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, v.28, p.10-18, 2015.

SILVA, V.L.; COSTA, L.S.; BASTOS, M.P.V. et al. Forrage palm round meal (*Opuntia ficus*) chemistry physical and biochemical characterization, fed to ruminants. **Pubvet**, v.5, p.999-1002, 2011.

SILVA-HUGHES, A.F.; WEDGE, D.E.; CANTRELL, C.L. et al. Diversity and antifungal activity of the endophytic fungi associated with the native medicinal cactus *Opuntia humifusa* (Cactaceae) from the United States. **Microbiological Research**, v.175, p.67-77, 2015.

SOARES, L.F.P.; CORRÊA, A.M.N.; SOUZA, A.F. et al. Milk production and the feeding cost of lactating saanen goats fed diets containing spineless cactus. **Revista Caatinga**, v.33, p.550-554, 2020.

SOUZA, M.S.; SILVA, T.G.F.; SOUZA, L.S.B. et al. Growth, phenology and harvesting time of cactus-millet intercropping system under biotic mulching. **Archives of Agronomy and Soil Science**, p.0365034, 2020.

SOUZA, T.C. **Sistemas de cultivo para a palma forrageira cv. Miúda** (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). 119p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife: UFRPE, 2015.

SOUZA, T.C.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR, J.C.B. et al. Productivity and nutrient concentration in spineless cactus under different fertilizations and plant densities. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, p.555-560, 2017.

STINTZING, F.C.; CARLE, R. Cactus stems (*Opuntia* spp.): a review on their chemistry, technology, and uses. **Molecular Nutrition and Food Research**, v.49, p.175–194, 2005.

TELES, M.M.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR., J.C.B. et al. Efeito da adubação e do uso de nematicida na composição química da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1992-1998, 2004.

THAKURIA, A.; DATT, C.; DUDI, K. et al. Edible spineless cactus (*Opuntia ficus-indica*): A promising alternative forage source for livestock. **Indian Journal of Dairy Science**, v.73, p.185-191, 2020.

VALDEZ, C.A.F.; OSORIO, G.A. Opuntia-based ruminant feeding systems in Mexico. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, p.3-8, 1997.

VASCONCELOS, A.; LIRA, M.A.; CAVALCANTI, V.A.B. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.827-831, 2009.

WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M.A.; ANDRADE, D.K.B. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.273-281, 2002.

YANG, L.; LU, M.; CARL, S.; MAYER, J.A. et al. Biomass characterization of *Agave* and *Opuntia* as potential biofuel feedstocks. **Biomass and Bioenergy**, v.76, p.43-53, 2015.

Leguminosas Nativas

José Carlos Batista Dubeux Júnior¹
Mércia Virginia Ferreira dos Santos^{2,3}
Italvan Milfont Macêdo⁴
James Pierre Muir⁵
Mario de Andrade Lira Junior^{2,3}

Introdução

A área total de pastagens no Brasil representa 159.497.547 milhões de hectares, sendo 30% pastagens naturais (IBGE, 2017). Dados mais recentes indicam que esta área de fato abrange 173.305.734 milhões de hectares, dos quais 17, 16 e 24% encontram-se em estágios leve, moderado e severo de degradação (LAPIG, 2019).

Um elevado número de leguminosas está presente em pastagens nativas de diferentes ecossistemas (Ydoyaga-Santana et al., 2011; Mitchell et al., 2015; Muir et al., 2019). Essas plantas têm a capacidade de contribuir com forragem e frutos na alimentação e abrigo da fauna nativa, forragem para ruminantes domésticos, bem como com nitrogênio e matéria orgânica aos solos (Noah et al., 2012).

A modificação do clima mundial, com aumento de CO₂ atmosférico, poderá resultar em aumento da presença de leguminosas herbáceas nas pastagens nativas

¹ Universidade da Florida-EUA;

² Professor UFRPE;

³ Bolsista CNPq;

⁴ Pós-doutorando-CAPES;

⁵ Universidade da Texas A & M-EUA

(Campbell & Smith, 2000; Pimentel, 2011), embora isso também dependerá de outros fatores como por exemplo, o aumento da temperatura global (Muir et al., 2019).

A Caatinga é a vegetação nativa do semiárido brasileiro e algumas plantas apresentam potencial forrageiro, notadamente as leguminosas (Queiroz et al., 2021; Diniz et al., 2021; Medeiros et al., 2020). Como essas plantas são abundantes na Caatinga, a possibilidade de fixação de N₂, dentre outros benefícios, tem importante papel na minimização do impacto ambiental nos sistemas de produção animal deste ecossistema. Conforme Muir et al. (2019), a adição de N em ecossistemas de pastagens, de forma econômica e sustentável, ainda é um desafio para os sistemas de produção pecuária. Objetivou-se com o presente capítulo apresentar informações relevantes sobre diferentes aspectos de leguminosas nativas, notadamente na região semiárida do Brasil.

O ambiente semiárido nordestino

A vegetação da Caatinga é marcadamente influenciada pelas condições climáticas, principalmente a distribuição da precipitação, a qual se apresenta muito irregular entre os anos, resultando em balanço hídrico negativo muitas vezes. O padrão pluvial dentro do mesmo ano, no entanto, é relativamente definido, ocorrendo chuvas nos primeiros meses do ano, seguindo de longo período com forte redução, ou mesmo, ausência total de chuvas.

A intensidade e frequência em que ocorrem os eventos de chuva são decisivos para a fenologia das espécies vegetais da Caatinga e, conseqüentemente, para a produção de forragem. A variação na produção é marcante ao longo do ano (Pereira Filho, et al., 2007; Oliveira et al., 2015), ocorrendo maior produção na estação chuvosa, seguida de uma produção muito baixa ou mesmo ausente no período seco.

A Caatinga é rica e diversificada, com muitas espécies nativas de múltiplos usos, inclusive como forragem (Nunes et al., 2016; Muir et al., 2019), notadamente, as leguminosas (Tabela 1). Estas variações ocorrem em função das ações antrópicas, época do ano, espécie animal que pasteja, metodologia de avaliação, entre outros fatores (Santos et al., 2010).

Tabela 1. Leguminosas encontradas em área de Caatinga, conforme os autores

Nome comum	Nome científico	Local	Fonte
Herbáceo			
Anil de bode	<i>Tephrosia cinerea</i> (L.) Pers.	Serra Talhada – PE	Ydoyaga Santana et al. (2011)
Feijão de rolinha	<i>Rhynchosia minima</i> (L) D. C.		
Feijãozinho	<i>Centrosema</i> sp.		
Jureminha	<i>Desmanthus virgatus</i> L.		
Malícia	<i>Mimosa</i> sp.		
Orelha de onça	<i>Macroptilium martii</i> Benth.		
Marmelada de cavalo	<i>Desmodium asperum</i> Desv.	Sertânia – PE	Maciel (2016)
Mata pasto	<i>Senna uniflora</i> (Mill.) H.S.Irwin & Barneby		
Anil	<i>Indigofera microcarpa</i> Desv		
Arbustivo/Arbóreo			
Angico manso	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> Benth.	Serra Talhada – PE	Ydoyaga Santana et al. (2011)
Canafistula	<i>Cassia excelsa</i> Scharad.		
Jurema preta	<i>Mimosa</i> sp.		
Mororó	<i>Bauhinia cheillantha</i> Steud.		
Unha de gato	<i>Mimosa sensitiva</i> L.		
Umburana de cheiro	<i>Amburana cearensis</i> A. C. Smith.	Sertânia – PE	Adaptado de Maciel (2016)
Jucá	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. Ex Tul		
Catingueira	<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis		
Pau ferro	<i>Libidibia iminu</i> (Mart.) L.P. Queiroz		
Jurema de embira	<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.		Silva et al. (2011)
Jurema branca	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Santa Terezinha – PB	Guedes et al. (2012)
São João	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby		

A composição botânica e massa de forragem de leguminosas nativas variam acentuadamente (Tabela 2), principalmente conforme a época do ano, precipitação, temperatura ambiente, pressão de pastejo, espécie animal, ações antrópicas, entre outros.

Tabela 2. Massa de forragem e composição botânica de leguminosas, antes do pastejo de bovinos, Serra Talhada-PE

Componente	Massa de forragem		Composição botânica	
	kg MS/ha		(%)	
	Fevereiro	Julho	Fevereiro	Julho
Herbáceo				
<i>Macroptilium martii</i> (Benth.) Maréchal & Baudet	225	30	3,5	3,9
Outras leguminosas	386	42	6,0	5,3
Outras não leguminosas	5.843	710	90,5	90,8
Total	6.454	782	100	100
Arbóreo-Arbustivo				
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud	551	56	15,8	15,0
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	415	41	11,9	10,7
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	143	19	4,1	5,1
Outras leguminosas	1.154	119	33,0	31,3
Outras não leguminosas	1.231	142,8	35,2	37,9
Total	3.494	378	100	100

Fonte: Adaptado de Ydoyaga-Santana et al. (2011).

Algumas espécies da Caatinga são de elevada importância, seja pela sua grande diversidade de usos e pela sua utilização na alimentação animal. Desta forma, a seguir algumas leguminosas nativas serão abordadas de forma mais detalhada.

Catingueira [*Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis]

A Catingueira, também conhecida como Catinga-de-porco e Pau-de-rato, trata-se de uma espécie nativa e endêmica do Brasil (Maia, 2004), com ocorrência em toda a região semiárida (Figura 1). Frequenta locais mais secos até áreas mais úmidas

(Queiroz, 2009), sendo típica dos estágios intermediários da sucessão secundária da Caatinga (Araújo Filho, 2013).



Figura 1. Distribuição geográfica de *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis no Brasil.

Fonte: Adaptado de Flora do Brasil, Lewis (2015).

A Catingueira é um arbusto ou arvoreta entre 1 a 6 m de altura, apresentando copa densa e aberta, diâmetro a altura do peito entre 8 e 35 cm, casca de coloração acinzentada a amarronzada (Figuras 2A e B). As folhas são bipinadas, apresentam pecíolos de 15-24 mm; raque de 0-5,8 cm; pinas 3-7,5, podendo apresentar pina terminal; os folíolos são alternos, com distância de 10-20 mm entre si. As panículas são constituídas de racemos terminais, as flores com pétalas amarelas (Figura 2C), o fruto é do tipo legume com 8-14 x 1,8-3 cm (Figura 2D) e as sementes são achatadas (Queiroz, 2009). Esta espécie é comumente encontrada como arbusto de troncos múltiplos, característico dos estágios de sucessão secundária.

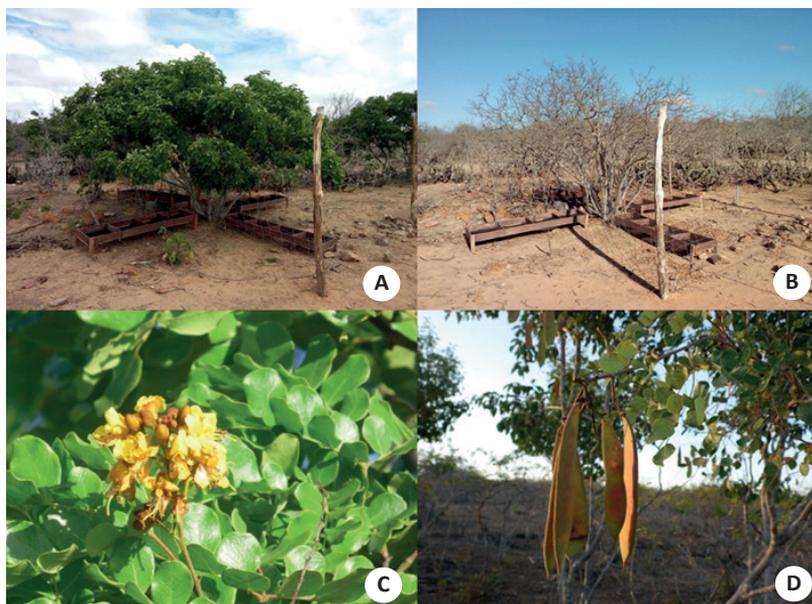


Figura 2. Fases fenológicas (vegetativa, A; dormência, B) e estruturas reprodutivas (flor, C; fruto, D) de *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis, São João do Cariri-PB.

Duas espécies ocorrem na Caatinga (Lewis, 1998). Uma das formas de identificação da *C. pyramidale* é através dos pedicelos articulados que não ultrapassam o meio, estando visíveis mesmo quando lignificados na frutificação (Queiroz, 2009). Esta espécie é muito comum nas caatingas do leste da Bahia, estando entre as primeiras espécies arbóreas que colonizam áreas desmatadas, principalmente devido a sua elevada capacidade de rebrota. Em função destas características, a espécie apresenta grande potencial para produção de lenha e recuperação natural de áreas degradadas. (Queiroz, 2009). No Sertão do Seridó, Damasceno et al. (2010) verificaram que a *P. pyramidalis* (atual *C. pyramidale*) apresentou o segundo maior índice de consumo dentre as espécies forrageiras avaliadas.

As folhas verdes são consumidas por ruminantes, principalmente no início das chuvas, quando começam a emergir, momento no qual o odor é menos intenso (Nascimento et al., 2002). Estas folhas também são consumidas como forragem durante o período chuvoso, porém, em menor escala, quando comparada a sua importância para compor a dieta dos ruminantes durante o período seco, na forma de serrapilheira. Avaliando a produção de serrapilheira desta espécie em áreas de

Caatinga manejadas sob diferentes taxas de lotação, Macêdo (2018) quantificou entre março e dezembro de 2016, a produção média de 1.312; 1.550 e 1.375 kg MS de folhas ha⁻¹ nas áreas com lotação animal de 0,14 UA/ha, 0,07 UA/ha e sem animal, respectivamente.

A composição químico-bromatológica da Catingueira é variável (Tabela 3). Mendonça Junior et al. (2008) quantificaram 2.693 kcal de energia digestível/kg de MS e 120 g de PB/kg de MS. Utilizando diferentes níveis do feno na alimentação de ovinos, Gonzaga Neto et al. (2001) demonstraram a importância da espécie como recurso forrageiro de uso estratégico no período seco, com valores médios de 681; 663 e 510 g MS/dia para o consumo de matéria seca nos tratamentos com 0, 50 e 100% de inclusão do feno de Catingueira.

Tabela 3. Composição bromatológica de *Cenostigma pyramidale*, conforme autores

Fonte	Material	MS g kg ⁻¹ de MN	PB	FDN -- g kg ⁻¹ de MS ---	FDA
Araújo Filho et al. (2002)	Fase vegetativa	169	319	198	584
Nozella (2006)	Folhas e ramos (≤ 6 mm de diâmetro), Estado da Bahia	-	139	469	277
	Folhas e ramos (≤ 6 mm de diâmetro), Estado do Ceará	-	142	598	298
Mendonça Júnior et al. (2008)	Feno	854	123	471	285
Oliveira (2016)	Material <i>in natura</i>	586	113	429	288
Oliveira (2016a)		582	133	387	278
Nunes et al. (2016)	Folhas e galhos finos (≤ 5 mm de diâmetro)	-	104	444	263

Trabalhando com o feno de Catingueira, Gonzaga Neto et al. (2004) encontraram entre 112 e 74 g kg⁻¹ de MS para a PB e proteína digestível, respectivamente e 2.052 kcal kg⁻¹ de MS para energia digestível. Por outro lado, Macêdo (2018) observou que a fração pecíolos apresentou maior teor para todos os constituintes da fração fibrosa da serrapilheira. Na fração folha, a PB variou de 71 a 91 g/kg de MS e a fração folíolos apresentou 337, 212 e 98 g/kg de MS para a fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina digerida em ácido, respectivamente.

Vale ressaltar que existem controvérsias na literatura em relação à utilização da *P. pyramidalis* pelos animais, principalmente na fase vegetativa. Porém, se observa

a espécie sendo consumida pelos ramoneadores (Figuras 3A e 3B) e seu consumo é provavelmente regulado pela concentração de alguns compostos químicos, que apresenta grande variação entre as fases fenológicas. A serrapilheira tende a aumentar sua disponibilidade à medida em que a estação seca progride, elevando sua contribuição na composição da dieta dos animais, principalmente de caprinos (Figura 3B) (Silva & Andrade, 2014).

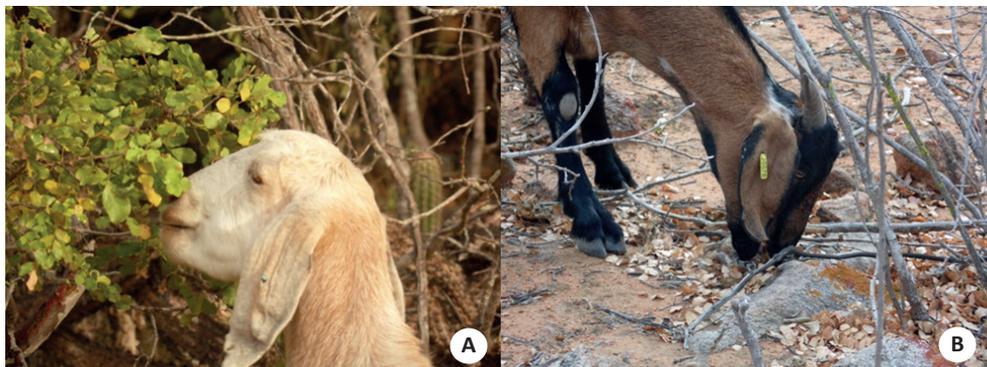


Figura 3. Ramoneio (A) e consumo da serrapilheira (B) de *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis em área de Caatinga, São João do Cariri-PB.

Jurema Preta [*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.]

A Jurema é uma leguminosa arbustivo-arbórea com ampla ocorrência em todo o semiárido brasileiro (Figura 4). Esta espécie é considerada pioneira (Silva et al., 2017a), e com potencial para recuperação de áreas degradadas por extração de recursos naturais, como piçarra (Lima et al., 2015).

Esta espécie tem papel importante em sistemas tradicionais de cultivo do semiárido, principalmente pela recuperação da fertilidade natural do solo, após o corte e exploração da vegetação arbórea e alguns ciclos de produção agrícola (Kass & Somarriba, 1999), principalmente pelo seu potencial de fixação biológica de nitrogênio atmosférico (Freitas et al., 2010; Silva et al., 2017b), o que contribui para melhoria da qualidade do solo (Martins et al., 2019).



Figura 4. Mapa de distribuição geográfica de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.

Fonte: Flora do Brasil.

A Jurema preta também apresenta diversos usos potenciais (Souza et al., 2008; Roque & Loiola, 2013), inclusive como produtora de lenha (Silva et al., 2011; Morais et al., 2018), madeira (Rocha et al., 2015; Batista et al., 2020), tanino para colas e curtimento (Oliveira et al., 2015a; Amariz et al., 2020), bem como com potencial para controle de algumas pragas e doenças animais e vegetais (Borges et al., 2013; Sousa et al., 2020).

Esta espécie também é reconhecida pelo seu alto potencial forrageiro, com estandes produzindo de 4100 a 5800 kg ha⁻¹ com teor de proteína bruta (PB) de 100 g kg⁻¹ de MS (Bakke et al., 2007) em Patos ou entre 2.067 a 6.467 kg ha⁻¹ para folhas e ramos com menos de 10 mm de diâmetro, também na mesma região (Silva, 2011).

Nunes et al. (2016) avaliaram a composição químico-bromatológica de espécies relatadas pela população local como forrageiras; dentre as espécies citadas a *M. tenuiflora* (folhas e galhos finos de até 5 mm de diâmetro) apresentou 98, 489 e 328 g kg⁻¹ de MS para PB, FDN e FDA, respectivamente. Já a silagem elaborada com folhas e hastes de até 1 cm de Jurema preta apresentou 123 g kg⁻¹ de MS de PB e 593 g kg⁻¹ de MS de NDT (Silva et al., 2015a).

Jureminha (*Desmanthus pernambucanus* L. Thell.)

A A Jureminha é também conhecida como anis-de-bode, canela-de-ema, junco-preto, pena-da-saracura e vergalho-de-vaqueiro (Silva & Andrade, 2014). O gênero *Desmanthus* é representado por 24 espécies de leguminosas originárias da América tropical e subtropical (Figura 5), com maior diversidade no México (14 espécies) e no sul do Texas, EUA (8 espécies) (Muir et al., 2014).



Figura 5. Mapa de distribuição geográfica do gênero *Desmanthus* Willd. no Brasil. Fonte: Flora do Brasil, Santos & Manso (2015a).

As espécies do gênero *Desmanthus* normalmente são selecionadas pelos animais durante o pastejo (Santos et al., 2010), são consumidas *in natura* ou fenada (Cook et al., 2005) e são tolerantes a colheitas através de corte ou ramoneio (Buakeeree, 2002). Além disso, Figueiredo et al. (2000) relataram sua elevada rusticidade, agressividade e persistência, características que permitem o pastejo direto. Desta forma, as espécies deste gênero podem ser utilizadas na formação de legumineiras, banco de proteínas ou consorciadas com gramíneas.

A espécie *D. pernambucanus* é originária da América do Sul, provavelmente na região Nordeste do Brasil (Figura 6) (Pengelly & Liu, 2001), com seu nome fazendo referência ao Estado de Pernambuco. Esta espécie é membro do complexo *D. virgatus* L. Willd. (Luckow, 1993), semelhante a arbustos, resistentes à seca (Brewbaker, 1987) e fixadoras de nitrogênio (aproximadamente 30 kg N/ha/ano) (Freitas et al., 2011).



Figura 6. Mapa de distribuição geográfica do gênero *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thell. no Brasil.

Fonte: Flora do Brasil, Santos & Manso (2015b).

A *D. pernambucanus* apresenta hábito de crescimento ereto, movimentos nictinásticos tendo as folhas voltadas para baixo (Figura 7B) e apresentando de 2 a 4 pares de folíolos (Verloove & Borges, 2018). As folhas são bipinadas, apresenta pinas e folíolos opostos, e é caracterizada como uma espécie potencialmente forrageira (Queiroz, 2009).



Figura 7. Estruturas da flor (A), folhas (B) e caule (C) de *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thell., Carpina-PE.

Suksombat & Buakeeree (2006) avaliaram a produção de MS de *D. virgatus* no Nordeste da Tailândia e verificaram o acúmulo de biomassa de 3.497 kg ha⁻¹ para plantas com 50 dias de idade, cortadas a 40 cm de altura. Suksombat e Buakeeree (2006), avaliando a composição química de *D. virgatus*, quantificaram 237 e 99 g kg⁻¹ de PB nas folhas e caule, respectivamente. Com relação ao desempenho animal, Sukkasame & Phaikaew (2011) avaliaram o desempenho de bovinos alimentados com capim-ruzi e suplementados com folhas frescas de *Desmanthus* como suplemento proteico, constatando ganho médio diário de 890 g animal⁻¹ dia⁻¹.

Dentre as espécies encontradas no Semiárido brasileiro, a *D. pernambucanus* merece destaque e vem sendo avaliada em diversos estudos (Diniz et al., 2021; Medeiros et al., 2020). Diniz (2016) avaliou em condições de campo na Zona da Mata de Pernambuco acessos de *Desmanthus*, submetidos a diferentes intensidades de corte (40 e 80 cm), e intervalos de corte de 75 dias e observou que os acessos fixaram elevadas quantidades de nitrogênio da atmosfera (Tabela 4).

Tabela 4. Quantificação da fixação biológica de nitrogênio, massa seca de nódulos e relação C/N em acessos de *Desmanthus* spp.

Variáveis	Acessos			
	AS	5G	6G	CV %
Fixação biológica de N (kg/ha ano ⁻¹)	62 ^{NS}	93 ^{NS}	78 ^{NS}	5,5
Massa seca de Nódulos (mg/planta)	665 ^{NS}	423 ^{NS}	666 ^{NS}	24,6
Relação C/N	17,6 ^{NS}	16,3 ^{NS}	16,1 ^{NS}	17,4

^{NS} não significativo a $p \leq 0,05$.

Fonte: Diniz (2016).

Os níveis de taninos condensados (TC) em plantas em plantas de *D. pernambucanus* podem reduzir a emissão de gás metano (CH₄) pelos ruminantes, atuando indiretamente através da diminuição na digestão ruminal e inibindo diretamente o crescimento de bactérias metanogênicas ruminais (Ramírez-Restrepo et al., 2010). Neste sentido, Vandermeulen et al. (2018) avaliaram a fermentação ruminal *in vitro* de três espécies de *Desmanthus* e constataram redução na produção de CH₄. Já Ferreira (2021) quantificou baixo teor de TC em *Desmanthus*, variando de 12,7 a 41,1 e 21 a 33 g/kg entre acessos e colheitas, respectivamente.

Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.]

O Mororó, também conhecido como Mororó-verdadeiro, Pata-de-vaca, Unha-de-vaca, Miroró, Mão-de-vaca, Merosa e Mororó-de-boi (Moreira et al., 2006), é considerada uma espécie importante na dieta dos animais (Santos et al., 2010). Apresenta distribuição bicêntrica, ocorrendo tanto no nordeste brasileiro, como do Mato Grosso ao Paraguai (Figura 8), e sua ocorrência normalmente está associada a florestas estacionais. Na vegetação de Caatinga, a *B. cheilantha* predomina nas formações mais abertas, apresentando bom desenvolvimento em solos pobres e pedregosos, e em altitudes entre 350 a 560 m (Queiroz, 2009).



Figura 8. Distribuição de *Bauhinia cheilantha*

Fonte: <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:481200-1>

Mororó é um arbusto de 1,5 a 3,5 m de altura (Figura 9A), com pecíolos de 15 a 25 mm; apresenta lâmina cartácea, 6-14 x 6,2-13 cm, dividida no ápice; presença de pseudoracemos terminais; flores com 14-15 mm de comprimento, sépalas 20-22 x 3-5 mm, lineares, reflexas na antese. O fruto é do tipo legume, com 11-13 x 1,5 cm, linear, elasticamente desicente; valvas lenhosas, pubérrulas. Apresenta folhas grandes (6-14 x 6,2-13 cm) e as flores com pétalas largas e obovais (Queiroz, 2009).



Figura 9. *Bauhinia cheilantha* no período seco (A) e chuvoso (B) em área de Caatinga, Serra Talhada-PE.

Fonte: Oliveira, O.F.

A. B. cheilantha apresenta valor nutritivo variando conforme a idade e material analisado (Tabela 5), tendo elevado teor de proteína bruta na fase vegetativa.

Tabela 5. Composição bromatológica de *Bauhinia cheilantha*

Autor	Material	PB	FDN	FDA	DIVMS	CHOT
		----- g kg ⁻¹ de MS -----				
Araújo Filho et al. (2002)	Fase vegetativa	207	466	250	597	-
Silva (2013)	Feno	107	601	492	-	769
Santos et al. (2017)	Folha e caule fino	115	683	495	540	-

PB - Proteína bruta; FDN - Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido; DIVMS - digestibilidade *in vitro* da matéria seca; CHOT - Carboidratos totais.

No Agreste de Pernambuco, Silva (2011) quantificou acúmulo de biomassa de 2.200 kg ha⁻¹ para plantas com 70 dias de idade, cortadas a 100 cm de altura. Ydoyaga Santana et al. (2011) observaram grande variação na massa de forragem de Mororó em área localizada no município de Serra Talhada-PE, Sertão do estado, tendo antes da entrada dos animais para pastejo, momento em que foram quantificados 551 e 56 kg MS/ha para os meses de fevereiro e julho, respectivamente. Okasaki (2012), em Caatinga manipulada localizada em Serra Talhada-PE, submeteu o Mororó a três intensidades de desfolha manual e verificou que as desfolhas leve (40,4 g de MS planta⁻¹) e moderada (46,4 g de MS planta⁻¹) promoveram maior massa de forragem em relação à desfolha severa (25,9 g de MS planta⁻¹), que correspondeu a retirada de todas as folhas a cada 28 dias.

Beelen et al. (2006), avaliando os efeitos de diferentes espécies e níveis de tanino total na dieta de cabras, quantificaram 120,7 g/kg de MS em Mororó e constataram efeito destes compostos sobre a degradabilidade da MS, PB e FDN.

Orelha de onça [*Macroptilium martii* (Benth.) Maréchal & Baudet]

A Orelha de onça, também conhecida como feijão-bravo, tem como características ser prostada e com aspecto acinzentado. Apresenta pecíolo de 50 a 78 mm e raque de 5 a 14 mm (Queiroz, 2009). Tem flores com 8 a 10 mm comprimento, fruto do tipo legume de 1,5-2 x 0,15-0,2 cm, linear, com 3 a 5 sementes.

A distribuição da *M. martii* é bicêntrica, ocorrendo no nordeste do Brasil e em regiões calcárias do Paraguai (Figura 10). É uma espécie relativamente comum nos solos arenosos da Caatinga, em altitudes de 250 a 450 m. Esta espécie apresenta maior ocorrência em caatingas mais abertas, podendo se comportar como espécie

colonizadora de áreas antropizadas, como por exemplo áreas recém queimadas. Portanto, este pode ser um indício da sua importância para recuperação de áreas degradadas. Além disso, é consumida pelos ruminantes e apresenta bom potencial forrageiro (Queiroz, 2009). Os folíolos suborbiculares e vilosos nas duas faces são importantes características para distinguir a *M. martii* de outras espécies da Caatinga.



Figura 10 - Distribuição de *Macroptilium martii* (Benth.) Maréchal & Baudet]

Fonte: <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:149070-2>

A Orelha de onça é herbácea e ocorre em áreas de Caatinga, bem como em pastagens do Agreste e Sertão de Pernambuco. Constitui importante fonte de forragem para alimentação dos animais (Santos et al., 2010), estando sua proporção e produção na pastagem influenciadas pela época do ano (Tabela 6) e pelo pastejo.

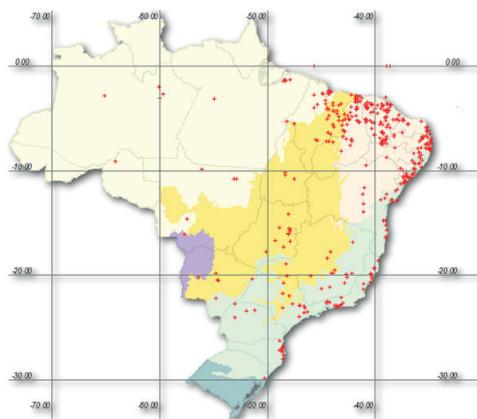
Tabela 6. Massa de forragem de Orelha de onça em pastagem nativa localizada em Serra Talhada-PE

Autor	Mês de avaliação							
	Fev	Mar	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez
	kg MS ha ⁻¹							
Santos et al. (2005)	-	-	-	-	1.167	1.183	1.199	1.215
Ydoyaga-Santana et al. (2011)	225	-	-	30	-	-	-	-

Moreira et al. (2006), trabalhando em área de Caatinga, observaram 19,6% de *Macroptilium martii* na dieta de bovinos. Essa presença nas dietas também foi constatada por Ydoyaga Santana et al. (2011) ao quantificarem 16% na dieta de novilhos em Caatinga manipulada no município de Serra Talhada - PE.

Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.)

A Sabiá é conhecida como Sabiazeiro, Sansão-do-campo e Unha-de-gato. É típica das caatingas dos estados do Ceará e Piauí, concentrando-se principalmente na Serra da Ibiapaba, localizada no Estado do Ceará (Pereira et al., 2003). No entanto, espécies deste gênero encontram-se em diversas regiões do Brasil (Figura 11).

**Figura 11.** Distribuição do gênero *Mimosa* no Brasil.

Fonte: <http://www.splink.org.br/index>

A *M. caesalpinifolia* é uma espécie arbórea com porte variando entre 3 a 6 m de altura, copa aberta, tronco com casca espessa, cinza-claro, profundamente estriada; ramos acinzentados a acastanhados, com faixas longitudinais mais claras, inermes ou armados nos internós com acúleos recurvados de base larga. As folhas (Figura 12) são ausentes de nectários extraflorais e espículas interpinais, as pinas e os folíolos são acrescentes para o ápice, sendo os folíolos distais 25-40 x 15-23 mm, obliquamente obovados a largamente elípticos, com ápice e base arredondados. As espigas são pedunculadas, 35-40 x 4-5 mm; agrupadas em pseudoracemos axilares, podendo estar reunidos em panículas terminais. As flores são trímeras, brancas (Figura 12 A e D). O fruto é craspédio, medindo 70-110 x 9-11 mm, estipitado, plano-compresso, reto, margens espessadas, retas ou ligeiramente sinuosas, valvas amarronzadas; artículos quadrados a retangulares, medindo 8-11 x 8-9 mm (Queiroz, 2009). A *M. caesalpinifolia* se diferencia das demais espécies de *Mimosa* pois, dentre as arbóreas é a única que apresenta folíolos amplos ($\geq 2,5$ cm de largura) e um tipo único de nervação, onde as nervuras secundárias se fundem a nervura marginal (nervação craspedódroma) (Queiroz, 2009).

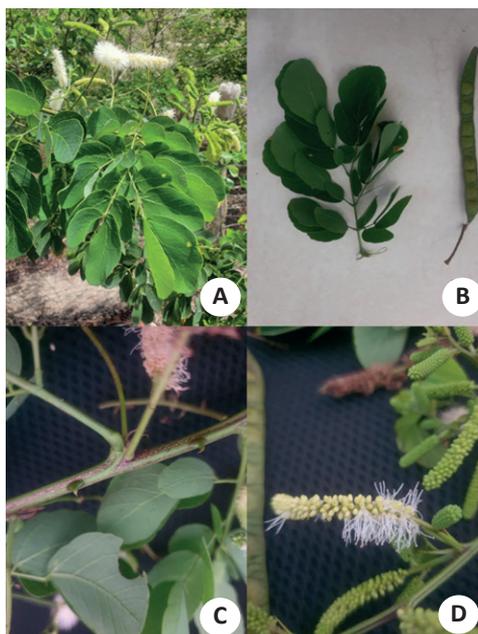


Figura 12. Estruturas de *Mimosa caesalpinifolia*, flores (A e D), folha e vagem (B), e acúleos (C), Ribeirão-PE.

Fonte: Costa, S.B.M.

Na Zona da Mata Seca, alguns trabalhos foram realizados em Pernambuco. Caldas et al (2010) quantificaram a produção de 158 e 147 kg MS ha⁻¹ de folhas nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. Moura et al. (2006) também obtiveram menos de 1 Mg ha⁻¹ de folhas durante o período seco do ano. Esta baixa produção está associada à fenologia da espécie, pois, após a abscisão foliar e deposição do material senescente (folíolos e pecíolos) sobre o solo na forma de serrapilheira, geralmente, este material não tem sido quantificado como forragem. Avaliando a produção de MS de Sabiá, Silva (2011) quantificou 3.700 kg ha⁻¹ para plantas com 70 dias de idade, cortadas a 100 cm de altura. Já Ferreira et al. (2007), avaliando a produção de serrapilheira, obtiveram 7,8 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, com predominância da fração folha (5,5 Mg).

A *M. caesalpinifolia* é utilizada para exploração da madeira, reflorestamentos, planta medicinal, ornamental e forrageira (Pereira et al., 2003). Lima (1996) relatou seu potencial forrageiro (folhas e frutos) com elevada qualidade para alimentação de ruminantes. Analisando a composição botânica da dieta de bovinos em bosque de Sabiá, Vieira et al. (2005) observaram maior consumo desta espécie no período chuvoso (83,1%) e grande redução no período seco (12,3%).

Araújo Filho et al. (2002) obtiveram 192, 559, 273 e 392 g kg⁻¹ de MS para PB, FDN, FDA e DIVMS, respectivamente, para a fase vegetativa. Santos et al. (2017) quantificaram DIVMS de 451 g kg⁻¹ de MS nas folhas e ramos finos (aproximadamente 5 mm). Vieira et al. (2005) avaliaram a composição nos períodos chuvoso e seco, sendo quantificado 276 e 193 g kg⁻¹ de PB; 444 e 390 g kg⁻¹ de FDN; 258 e 218 g kg⁻¹ de FDA, respectivamente para os períodos chuvoso e seco. Também foi obtido 12,4 e 12,5 g kg⁻¹ de Ca; 2,2 e 1,5 g kg⁻¹ de P; 16,3 e 16,3 g kg⁻¹ de K; 11,2 e 2,7 g kg⁻¹ de Na para os períodos chuvoso e seco, respectivamente. Santos et al. (2017) mediram teores de 44 g cinzas, 956 g MO, 42 g EE, 124 g PB, 679 g FDN e 550 g FDA por kg de MS no material *in natura* (folhas e ramos finos).

Lima et al. (2008) avaliaram acessos de *M. caesalpinifolia* com e sem acúleos, em relação à preferência por bovinos e destacaram os acessos sem acúleos como os mais promissores para pastejo.

Em função da adaptação às condições ambientais, utilização para exploração madeireira, capacidade de nodulação, ciclagem de nutrientes e potencial forrageiro, a *M. caesalpinifolia* está entre as espécies mais promissoras para adoção em sistemas silvipastoris na Região Nordeste do Brasil (Machado, 2018). Apolinário et al. (2015) indicaram que a FBN em folhas de Sabiá variou de 30 a 121 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, indicando o benefício da FBN dessas leguminosas. Além disso, o valor econômico das estacas e lenhas pode aumentar a renda bruta do sistema.

Fixação biológica de nitrogênio atmosférico

Grande parte das leguminosas nativas em regiões semiáridas do mundo forma simbioses com rizóbios e fixa N₂ atmosférico (Sprent & Gehlot, 2010; Silva et al., 2017b). Embora, no passado a maioria da literatura indicasse um predomínio de *Bradyrhizobium* spp, frequentemente chamadas de *Bradyrhizobium* grupo caupi, como microsimbiontes (Döbereiner, 1984; Vasconcelos et al., 1986; Vasconcelos et al., 1990; Stamford et al., 2000; Faria & Franco, 2002), hoje já é reconhecida uma ampla ocorrência de diversos gêneros, inclusive de betarizóbios como microsimbiontes destas espécies (Menna et al., 2006; Souza et al., 2007; Gyaneshwar et al., 2011; Martins et al., 2015; Silva et al., 2017b; Oliveira et al., 2019). No entanto, há dados relativamente escassos para a avaliação da fixação biológica de N sob condições naturais no semiárido brasileiro, tanto por razões metodológicas, quanto pela sua ampla diversidade, tanto em espécies quanto em proporção destas espécies (Freitas et al., 2010; Freitas et al., 2011; Silva et al., 2017b; Nascimento et al., 2019).

Um exemplo desta variabilidade pode ser observado para a Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.), em que a proporção de N derivado da fixação biológica variou de 37% no município de Santa Terezinha (PB) a 76% em Serra Talhada (PE), enquanto o angico vermelho [*Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul] não foi considerado como fixador em Santa Terezinha e teve 41% do conteúdo de N foliar derivado da atmosfera em Caruaru (PE) (Freitas et al., 2010). Já levando em consideração a produção de biomassa e a participação da Jurema preta na vegetação, Silva et al. (2017b) estimaram que esta espécie fixou entre 1,4 e 18 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ em caatingas dos municípios de Petrolina e São João (PE), respectivamente. Tal resultado, provavelmente em função da disponibilidade relativamente alta de N e baixa de P, mesmo com alta proporção da área basal (33 e 61 %, respectivamente), sendo representada por esta espécie. Assim sendo, há necessidade de avaliação mais extensiva da real contribuição da fixação biológica de nitrogênio por leguminosas na Caatinga.

Composição química de outras espécies leguminosas nativas de interesse forrageiro

As leguminosas nativas têm elevado teor de proteína bruta, mas também parte desta proteína é ligada a fração fibrosa e de baixa digestibilidade (Tabela 7). Muitas contêm taninos condensados bem como outros componentes antinutricionais. O teor de tanino é variável, conforme a fração da planta e local de coleta. Além disso,

o tipo de tanino deve ser considerado (Tabela 8). Em muitos casos, a presença de compostos secundários como taninos condensados reduzem o benefício da presença de proteína, uma vez que as mesmas são precipitadas pelos taninos condensados, além da inibição do consumo animal (Muir et al., 2015).

Tabela 7. Composição químico-bromatológica de leguminosas nativas conforme local e fonte

Nome científico	g kg ⁻¹ de MS											Local	Fonte	
	PB	FDN	FDA	MM	LIG	NIDA	NIDN	EE	TC	DIVMS	DIVMO			%
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> Benth.	146	354	282	65	-	-	-	17	-	24	26	-	Serra Talhada (PE)	Moreira et al. (2006)
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	133	386	278	82	-	-	-	29	-	36	39	-	Serra Talhada (PE)	Moreira et al. (2006)
<i>Mimosa</i> sp.	147	499	403	66	168	17	23	54	23	-	-	-	Mossoró (RN)	Silva et al. (2015b)
<i>Bauhinia cheilantha</i> Steud.	129	490	405	64	-	-	-	18	-	31	33	-	Serra Talhada (PE)	Moreira et al. (2006)
<i>Bauhinia cheilantha</i> Steud.	189	469	266	75	92	11	29	28	9	-	-	-	Seridó Potiguar (RN)	Silva et al. (2015b)
<i>Macroptilium martii</i> Benth.	117	623	475	108	-	-	-	7	-	37	41	-	Serra Talhada (PE)	Moreira et al. (2006)
<i>Stylosanthes humilis</i>	169	508	354	99	38	4	22	23	185	-	-	-	Seridó Potiguar (RN)	Silva et al. (2015b)
<i>Macroptilium heterophyllum</i>	149	416	306	180	61	4	12	30	27	-	-	-	Litoral Norte do Cará (CE)	Silva et al. (2015b)
<i>Rhynchosia minima</i>	214	444	286	98	103	15	30	46	11	-	-	-	Mossoró (RN)	Silva et al. (2015b)
<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw) Dc	200	319	208	75	39	12	39	34	85	-	-	-	Seridó Potiguar (RN)	Silva et al. (2015b)

MS - Matéria seca; PB - Proteína bruta; FDN - Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido; MM - Matéria mineral; LIG - Lignina; NIDA - Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; NIDN - Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; EE - Extrato etéreo; TC - Tanino condensado; DIVMS - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVMO - Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica.

Tabela 8. Frações de taninos condensados (TC) em g/kg de MS de leguminosas nativas, através da metodologia do HCl-Butanol, conforme locais de coleta

Frações Arcoverde-PE	Locais de coleta			EPM ¹
	Delmiro Gouveia-AL	Patos-PB		
	Jurema preta (<i>Mimosa tenuiflora</i>)			
TC total	163	194	138	8
PBCT	28	31	15	8
FBCT	10	5	4	3
	Angico vermelho (<i>Anadenanthera macrocarpa</i> Benth.)			
TC total	36	47	75	5
PBCT	10	10	19	5
FBCT	6	4	12	4

TC total - Taninos condensados totais; PBCT - Taninos condensados ligado à proteína; FBCT - Taninos condensados ligado à fibra. Fonte: Souza (2015).

Espécies nativas do gênero *Stylosanthes* também constituem importante recurso forrageiro para o Semiárido brasileiro. Diniz (2020a) avaliou o efeito de diferentes frequências de colheita e períodos do ano sobre a composição química de genótipos de *Stylosanthes*. Foi observado aumento no teor de TC e fenois totais (FT) na frequência de colheita de 98 dias durante o período seco e variação no teor de PB de 184 a 153 g kg⁻¹ de MS. Já Diniz (2020b), avaliando diferentes alturas de corte observou maior teor de PB para o *S. scabra* Vogel que apresentou 176 g kg⁻¹.

Perspectivas

As leguminosas nativas têm elevado potencial para distintos usos e ainda são carentes de estudos mais detalhados. O teor de proteína bruta em muitas leguminosas nativas é alto; entretanto parte está ligada a parede celular (NIDA) ou taninos condensados (TC). Além da presença, quantidade e variabilidade destes TC, pouco é conhecido sobre sua atividade biológica, que varia entre espécies de leguminosas.

As leguminosas são importante recurso forrageiro, salientam-se o valor forrageiro e preferência animal, variação sazonal e contribuição real de PB ao ruminante, notavelmente a sua influência na digestibilidade de gramíneas com baixo teor de PB, como aspectos relevantes para aprofundamento nas pesquisas.

Do ponto de vista ecológico, leguminosas nativas apresentam um papel fundamental na restauração de áreas degradadas da Caatinga, sendo em muitos casos espécies pioneiras. A preservação das espécies de leguminosas nativas é de fundamental importância não apenas para manutenção da biodiversidade da Caatinga, mas também para preservar a sustentabilidade deste importante bioma brasileiro.

Referências bibliográficas

AMARIZ, I.A.E.; PEREIRA, E.C.V.; ALENCAR FILHO, J.M.T.D. et al. Chemical study of *Mimosa tenuiflora* Barks. **Natural Product Research**, p. 1-5, 2020.

APOLINÁRIO, V.X.O.; DUBEUX JR., J.C.B.; LIRA, M.A. et al. Tree legumes provide marketable wood and add nitrogen in warm-climate silvopasture systems. **Agronomy Journal**, v. 107, p. 1915-1921, 2015.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manejo Pastoril Sustentável da Caatinga**, Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 200p, 2013.

ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C.; GARCIA, R. et al. Efeitos da manipulação da vegetação lenhosa sobre a produção e compartimentalização da fitomassa pastável de uma Caatinga sucessional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 11-19, 2002.

BAKKE, I.A.; BAKKE, O.A.; ANDRADE, A.P. et al. Forage yield and quality of a dense thorny and thornless “Jurema-preta” stand. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 42, p. 341-347, 2007.

BATISTA, F.G.; MELO, R.R.; MEDEIROS, D.T. et al. Longitudinal variation of wood quality in the five forest species from Caatinga. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, p. 1-9, 2020.

BEELEN, P.M.G.; BERCHIELLI, T.T.; BEELEN, R. et al. Influence of condensed tannins from Brazilian semi-arid legumes on ruminal degradability, microbial colonization and enzymatic activity. **Small Ruminant Research**, v. 61, p. 35-44, 2006.

BORGES, I.V.; PEIXOTO, A.R.; CAVALCANTI, L.S. et al. Jurema preta extracts in control of alternaria leaf spot watermelon. **Revista Caatinga**, v. 26, p. 36-45, 2013.

BREWBAKER, J.L. Leguminous trees and shrubs for Southeast Asia and the South Pacific. In: BLAIR, G. J.; IVORY, D. A.; EVANS, T. R. (Eds.). **Forages in Southeast Asian and South Pacific Agriculture**. ACIAR Proceedings, Canberra, 1987, p. 43-50.

BUAKEEREE, K. **The effect of cutting interval and cutting height on yield and nutrient compositions of hedge lucerne**. In: The study on yield and nutritive value of Hedge lucerne

(*Desmanthus virgatus*) and utilization of hedge lucerne meal as protein supplement in laver diets. (Thesis of Philosophy in Animal Production Technology) Suranaree University of Technology, Thailand, 115p, 2002.

CALDAS, G.G.; SANTOS, M.V.F.; LIRA JUNIOR, M.A. Caracterização morfológica e química de *Mimosa caesalpiniiifolia* submetida à adubação com P. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 529-538, 2010.

CAMPBELL, B.D.; SMITH, D.M. A synthesis of recent global change research on pasture and rangeland production: reduced uncertainties and their management implications. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 82, p. 39-55, 2000.

COOK, B.G.; PENGELLY, B.C.; BROWN, S.D. et al. R. Tropical Forages: an interactive selection tool. CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Austrália, 2005. Disponível em: <<https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/49072>> Acesso em: 30 de nov. 2020.

DAMASCENO, M.M.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C. Etnoconhecimento de espécies forrageiras no Semiárido da Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 7, p. 219-228, 2010.

DINIZ, W.P.S.; SANTOS, M.V.F.; VERÁS, A.S.C. et al. Morphological, productive, and nutritional characterization of *Desmanthus* spp. accessions under different cutting intensities. **Agroforestry Systems**, v. 95, p. 571–581, 2021.

DINIZ, W.P.S. **Aspectos produtivos, qualitativos e frequência de visitantes florais em espécies de *Stylosanthes* ssp. na Zona da Mata Seca de Pernambuco**. Recife: UFRPE, 2020a. 131p. Tese de doutorado.

DINIZ, W.J.S. **Morfologia, produção e valor nutritivo de *Stylosanthes* ssp. sob intensidades de corte**. Recife: UFRPE, 2020b. 107p. Tese de doutorado.

DINIZ, W.P.S. **Caracterização morfológica e nutricional de acessos de *Desmanthus* spp. submetidos a duas intensidades de corte**. Recife: UFRPE, 2016. 81p. Dissertação de mestrado.

DÖBEREINER, J. Nodulação e fixação de nitrogênio em leguminosas florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, p. 83-90, 1984.

FARIA, S.M.; FRANCO, A.A. **Identificação de bactérias eficientes na fixação biológica de nitrogênio para espécies leguminosas arbóreas**. EMBRAPA - Agrobiologia: 16 p. 2002.

FERREIRA, M.L.S. **Caracterização de acessos de *Desmanthus* em resposta à adubação fosfatada**. Recife: UFRPE, 2021. 55p. Dissertação de mestrado.

FERREIRA, R.L.C.; LIRA JÚNIOR, M.A.; ROCHA, M.A. et al. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.). **Revista Árvore**, v. 31, p. 7-12, 2007.

FIGUEIREDO, M.V.; GUIM, A.; PIMENTA FILHO, E.C. et al. 2000. Avaliação da composição bromatológica e digestibilidade “in vitro” do feno de *Desmanthus virgatus*. p. 29 In: Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, Viçosa-MG.

FREITAS, A.D.S.; SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C. et al. Nodulação e fixação de nitrogênio por forrageiras da caatinga cultivadas em solos do semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1856-1861, 2011.

FREITAS, A.D.S.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SANTOS, C.E.R.S. et al. Biological nitrogen fixation in tree legumes of the Brazilian semi-arid caatinga. **Journal of Arid Environments**, v. 74, p. 344-349, 2010.

GONZAGA NETO, S.; BATISTA, A.M.V.; CARVALHO, F.F.R. et al. Efeito da adição de feno de Catingueira (*Caesalpinea bracteosa*) na ração sobre o balanço de energia e de nitrogênio em ovinos Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1325-1331, 2004.

GONZAGA NETO, S.; BATISTA, A.M.V.; CARVALHO, F.F.R. et al. Composição bromatológica, consumo e digestibilidade *in vivo* de dietas com diferentes níveis de feno de Catingueira (*Caesalpinea bracteosa*), fornecidas para ovinos Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 553-562, 2001.

GUEDES, R.S.; ZANELLA, F.C.V.; COSTA, J.E.V. et al. Caracterização florístico-fitosociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no Semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 25, p. 99-108, 2012.

GYANESHWAR, P.; HIRSCH, A.M.; MOULIN, L. et al. Legume-nodulating betaproteobacteria: Diversity, host range, and future prospects. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 24, p. 1276-1288, 2011.

IBGE, 2017. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html>. Acesso em 12 de dez. 2020.

KASS, D.C.L.; SOMARRIBA, E. Traditional fallows in Latin America. **Agroforestry Systems**, v. 47, p. 13-36, 1999.

LAPIG, 2019. **Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento**. Disponível em: <<https://pastagem.org/atlas/map>>. Acesso em 12 de dez. 2020.

LEWIS, G.P. 2015 *Poincianella* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB109818>>. Acesso em: 07 dez. 2020.

LEWIS, G.P. **Caesalpinia. A revision of the Poincianella–Erythrostemon Group**. Royal Botanic Gardens Kew, 233p, 1998.

LIMA, K.D.R.; CHAER, G.M.; ROWS, J.R.C. et al. Selection of tree species for revegetation of areas degraded by piçarra mining in the caatinga biome. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 203-213, 2015.

LIMA, I.C.A.R.; LIRA, M.A.; MELLO, A.C.L. Avaliação de sabiazeiro (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) quanto a acúleos e preferência por bovinos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, p. 289-294, 2008.

LIMA, J.L.S. **Plantas das caatingas: usos e potencialidades**. Petrolina: EMBRAPA CPATSA/APNE/RBG-KEW, 38p, 1996.

LUCKOW, M. **Monograph of *Desmanthus* (Leguminosae-Mimosoideae)**. [Ann Arbor, Mich.]: American Society of Plant Taxonomists, v. 38, 166 p. 1993.

MACÊDO, I.M. **Dinâmica da caducifolia e composição da serrapilheira de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz em áreas de caatinga sob pastejo caprino**. Areia: UFPB, 2018. 85p. Tese de Doutorado.

MACHADO, F.A. ***Mimosa caesalpiniaefolia*, Sabiá**. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F.G.C. Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial, Plantas para o Futuro: Região Nordeste. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade. – Brasília, DF, p. 1311. 2018.

MACIEL, M.V. **Monitoramento nutricional da dieta de pequenos ruminantes utilizando espectroscopia da reflectância do infravermelho próximo (NIRS) no sertão de Pernambuco**. 2016. 136p. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) -Universidade Federal Rural de Pernambuco/ UFRPE, Recife.

MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 1 ed. São Paulo-SP: Ed. D & Z, p. 135-139, 2004.

MARTINS, A.F.; SALCEDO, I.H.; DE OLIVEIRA, F.P. et al. Physical, chemical, and microbiological properties of soil under different plant covers in the seridó desertification region in the Brazilian semiarid. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 43, p. 1-12, 2019.

MARTINS, P.G.S.; LIRA JUNIOR, M.A.; FRACETTO, G.G. et al. *Mimosa caesalpiniiifolia* rhizobial isolates from different origins of the Brazilian Northeast. **Archives of Microbiology**, v. 197, p. 459-69, 2015.

MEDEIROS, A.S.; TEIXEIRA, V.I.; CAVALCANTI FILHO, L.F.M. et al. Biomass production and chemical bromatological composition of jureminha submitted to increasing saline levels. **Archivos Zootecnia**, v. 69, p. 54-64, 2020.

MENDONÇA JÚNIOR, A.F.; BRAGA, A.P.; GALVÃO, R.J.D. Composição bromatológica, consumo e digestibilidade *in vivo* de dietas com diferentes níveis de feno de catingueira (*Caesalpinea pyramidalis* Tul.), fornecidas para ovinos SRD. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, p. 135-142, 2008.

MENNA, P.; HUNGRIA, M.; BARCELLOS, F.G. et al. Molecular phylogeny based on the 16S rRNA gene of elite rhizobial strains used in Brazilian commercial inoculants. **Systematic and Applied Microbiology**, v. 29, p. 315-332, 2006.

MITCHELL, M.L.; NORMAN, H.C.; WHALLEY, R.D.B. Use of functional traits to identify Australian forage grasses, legumes and shrubs for domestication and use in pastoral areas under a changing climate. **Crop & Pasture Science**, v. 66, p. 71–89, 2015.

MORAIS, R.M.; CUNHA, M.C.L.; SANTANA, G.M. et al. Dendrological characterization as inspection resources of Caatinga wood market. **Floresta e Ambiente**, v. 25, p. 2-11, 2018.

MOREIRA, J.N.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1643-1651, 2006.

MOURA, O.N.; PASSOS, M.A.A.; FERREIRA, R.L.C. et al. Distribuição de biomassa e nutrientes da parte aérea de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista Árvore**, v. 30, p. 877-884, 2006.

MUIR, J.P.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V. et al. Value of endemic legumes for livestock production on Caatinga rangelands. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, p. 1-12, 2019.

MUIR, J.P.; PITMAN, W.D.; FOSTER, J.L. et al. Sustainable intensification of cultivated pastures using multiple herbivore species. **African Journal of Range & Forage Science**, v. 32, p. 97-112, 2015.

MUIR, J.P.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. et al. Challenges to domesticating native forage legumes. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v. 2, p. 94-96, 2014.

NASCIMENTO, L.R.S.; FREITAS, A.D.S.; SILVA, V.S.G.D. et al. Vegetation cover affects rhizobia-tree legume symbiosis in the semi-arid region of Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 14, p. 770-776, 2019.

NASCIMENTO, H.T.S.; NASCIMENTO, M.S.C.B.; RIBEIRO, V.Q. Catingueira – forrageira nativa para fenação. **Circular Técnica Embrapa**. Teresina, PI, 2002.

NOAH, R.L.; MUIR, J.P.; WITTIE, R.D. et al. Prairie acacia, paniced tick-clover, and herbaceous mimosa herbage, nitrogen and seed yields, and regional adaptation. **Agronomy Journal**, v. 104, p. 265-270, 2012.

NOZELLA, E.F. **Valor nutricional de espécies arbóreo-arbustivas nativas da Caatinga e utilização de tratamentos físico-químico para redução do teor de taninos**. Piracicaba: USP, 2006. 100p. Tese de Doutorado.

NUNES, A.T.; CABRAL, D.L.V.; AMORIM, E.L.C. et al. Plants used to feed ruminants in semi-arid Brazil: A study of nutritional composition guided by local ecological knowledge. **Journal of Arid Environments**, v. 135, p. 96-103, 2016.

OKASAKI, H.Y. **Características estruturais e deposição de serrapilheira de Mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud) sob diferentes intensidades de desfolha**. Recife: UFRPE, 2012. 68f. Dissertação de Mestrado.

OLIVEIRA, I.S.R.; JESUS, E.D.C.; RIBEIRO, T.G. et al. *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. adapts to rhizobia populations with differential taxonomy and symbiotic effectiveness outside of its location of origin. **Microbiol Ecology**, v. 95, 2019.

OLIVEIRA, K.P. **Disponibilidade de fitomassa, banco de sementes do solo e fluxo de CO₂ em áreas de caatinga no cariri paraibano**. Areia: UFPB, 2016. 126p. Tese de Doutorado.

OLIVEIRA, L.P. **Atributos químico-bromatológicos, cinética de degradação e produção de gases de espécies arbóreas da caatinga com potencial forrageiro**. Garanhuns: UFRPE/UAG, 2016a. 79p. Dissertação de Mestrado.

OLIVEIRA, O.F.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V. et al. Características quantitativas e qualitativas de caatinga raleada sob pastejo de ovinos, Serra Talhada (PE). **Revista Caatinga**, v. 28, p. 223-229, 2015.

OLIVEIRA, A.R.; JACINTO, M.A.C.; FUCK, W.F. et al. Qualitative aspects of sheep hides tanned with Black Jurema and Red Angico C3. In: Congresso international union of leather technologists and chemists societs, 33, 2015a.

PENGELLY, B.C.; LIU, C.J. Genetic relationships and variation in the tropical mimosoid legume *Desmanthus* assessed by random amplified polymorphic DNA. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 48, p. 91-99, 2001.

PEREIRA FILHO, J.M.; ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C. Disponibilidade de fitomassa do estrato herbáceo de uma caatinga raleada submetida ao pastejo alternado ovino-caprino. **Livestock Research for Rural Development**, v. 19, p. 1-14, 2007.

PEREIRA, S.C.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L.; GAMARRA-ROJAS, G. **Plantas úteis do Nordeste do Brasil**. Recife: CNIP/APNE. 2003. 140 p.

PIMENTEL, C. Metabolismo de carbono de plantas cultivadas e o aumento de CO₂ e de O₃ atmosférico: situação e previsões. **Bragantia**, v. 70, p. 1-12, 2011.

QUEIROZ, I.V.; SANTOS, M.V.F.; MUIR, J.P. et al. Biomass and chemical responses of *Desmanthus* spp. accessions submitted to water deprivation. **Revista Caatinga**, v. 34, p. 937-944, 2021.

QUEIROZ, L.P. **Leguminosas da Caatinga**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009. 467p.

RAMÍREZ-RESTREPO, C.A.; BARRY, T.N.; MARRINER, A. et al. Effects of grazing willow fodder blocks upon methane production and blood composition in young sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 155, p. 33-43, 2010.

ROCHA, H.L.S.; PAES, J.B.; MINÁ, A.J.S. et al. Physical and mechanical characterization of *Mimosa tenuiflora* wood for employment in furniture industry. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, p. 262-267, 2015.

ROQUE, A.A.; LOIOLA, M.I.B. Potential of using plant resources in a rural community in the semiarid in the potiguar semiarid. **Revista Caatinga**, v. 26, p. 88-98, 2013.

SANTOS, K.C.; MAGALHÃES, A.L.R.; SILVA, D.K.A. et al. Nutritional potential of forage species found in Brazilian Semiarid region. **Livestock Science**, v. 195, p. 118-124, 2017.

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; DUBEUX JR., J.C.B. et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 204-215, 2010.

SANTOS, G.R.A.; GUIM, A.; SANTOS, M.V.F. et al. Caracterização do pasto de Capim-buffel diferido e da dieta de bovinos, durante o período seco no Sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 454-463, 2005.

SANTOS-SILVA, J.; MANSANO, V.F. *Desmanthus* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB18498>>. Acesso em: 20 out. 2020a

SANTOS-SILVA, J.; MANSANO, V.F. *Desmanthus* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB18496>>. Acesso em: 20 out. 2020b

SILVA, L.A.; PEREIRA, J.S.; MEIRA, A.S. et al. Phytosociological study of fragment of permanent preservation area. **Espacios**, v. 38, p. 1-6, 2017a.

SILVA, A.F.; FREITAS, A.D.S.; COSTA, T.L. et al. Biological nitrogen fixation in tropical dry forests with different legume diversity and abundance. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 107, p. 321-334, 2017b.

SILVA, M.D.A.; CARNEIRO, M.S.D.S.; PINTO, A.P. et al. Evaluation of the chemical composition of woody forage silages of the Brazilian semiarid. **Semina:Ciencias Agrarias**, v. 36, p. 571-578, 2015a.

SILVA, D.L.S.; OLIVEIRA, K.P.; AROEIRA, L.J.M. et al. Chemical composition of caatinga potential forages species. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.18, p. 267-272, 2015b.

SILVA, D.S.; ANDRADE, A.P. A caatinga como suporte forrageiro. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.; R. **FORRAGICULTURA: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**, 1.ed. Jaboticabal: Brandel, p. 249-271, 2014.

SILVA, E.C.L. **Composição corporal e exigências proteicas e energéticas de caprinos nativos na Caatinga**. Recife: UFRPE, 2013. 108 p. Tese de Doutorado.

SILVA, L.B.; SANTOS, F.A.R. dos; GASSON, P. et al. Comparative study of *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex benth and *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae-Mimosoideae) wood in the caatinga of Northeast Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, p. 301-314, 2011.

SILVA, M.A. **Caracterização de leguminosas arbustivo-arbóreas em Pernambuco**. 2011. 129f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SOUSA, M.M.; PEIXOTO ARAÚJO, R.D.M.; LIBÓRIO, R.C. et al. Antimicrobial potential of Jurema preta and umburana, native species of the Caatinga biome, on *Staphylococcus* isolated from small ruminants with mastitis. **Semina:Ciencias Agrarias**, v. 41, p. 2231-2244, 2020.

SOUZA, R.T.A. **Potencial taninífero da Jurema Preta e Angico Vermelho avaliado por diferentes métodos**. Recife: UFRPE, 2015. 98f. Dissertação de Mestrado.

SOUZA, R.S.O.; ALBUQUERQUE, U.P.; MONTEIRO, J.M. et al. Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora* [Willd.] Poir.): A review of its traditional use, phytochemistry and pharmacology. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, p. 937-947, 2008.

SOUZA, L.A.G.; BEZERRA NETO, E.; SANTOS, C.E.R.S. et al. Desenvolvimento e nodulação natural de leguminosas arbóreas em solos de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 207-217, 2007.

SPRENT, J.I.; GEHLOT, H.S. Nodulated legumes in arid and semi-arid environments: Are they important? **Plant Ecology and Diversity**, v. 3, p. 211-219, 2010.

STAMFORD, N.P.; ARAUJO-FILHO, J.T.; SILVA, A.J.N. Growth and nitrogen fixation of *Leucaena leucocephala* and *Mimosa caesalpiniaefolia* in a saline soil of the Brazilian semi-arid region as affected by sulphur, gypsum and saline water. **Tropical Grasslands**, v. 34, p. 1-6, 2000.

SUKKASAME, P.; PHAIKAEW, C. Utilization of *Desmanthus virgatus* as protein supplement for fattening cattle in southern Thailand. Integrated Crop-Livestock production systems and fodder trees. p. 157-159, 2011.

SUKSOMBAT, W.; BUAKEEREE, K. Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of hedge Lucerne (*Desmanthus virgatus*). **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.19, p.31-34, 2006.

VANDERMEULEN, S.; SINGH, S.; RAMÍREZ-RESTREPO, C.A. et al. *In vitro* assessment of ruminal fermentation, digestibility and methane production of three species of *Desmanthus* for application in northern Australian grazing systems. **Crop and Pasture Science**, v. 69, p.797-807, 2018.

VASCONCELOS, I.; FREIRE, V.F.; MENDES FILHO, P.F. Seleção de estirpes de *Rhizobium* sp para inoculação em leucena, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, e jurema-preta, *Mimosa acustipula* Benth. **Ciência Agrônômica**, v. 21, p. 19-25, 1990.

VASCONCELOS, I.; ALMEIDA, R.T.; NESS, R.L.L. Competição entre 19 estirpes de *Rhizobium* sp. em simbiose com sabiá, *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Ciência Agrônômica**, v. 17, p. 99-103, 1986.

VERLOOVE, F. & BORGES, L.M. On the identity and status of *Desmanthus* (Leguminosae, Mimosoid clade) in Macaronesia. **Collectanea Botanica**, v. 37, p. 1-10, 2018.

VIEIRA, E.L.; CARVALHO, F.F.R.; BATISTA, A.M.V. et al. Composição química de forrageiras e seletividade de bovinos em bosque de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth), nos períodos chuvoso e seco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1505-1511, 2005.

YDOYAGA SANTANA, D.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. Caracterização da caatinga e da dieta de novilhos fistulados, na época chuvosa, no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 69-78, 2011.

Leguminosas exóticas

Valéria Xavier de Oliveira Apolinário¹

João Tiago Correia Oliveira²

Suellen Miranda Costa³

Williane Patricia da Silva Diniz³

Rayanne Thalita de Almeida Souza⁴

Introdução

As leguminosas são plantas de distintos hábitos e ciclo de crescimento diversos. Essas plantas apresentam via metabólica C_3 de fixação do carbono, na qual o CO_2 atmosférico é fixado através do ciclo de Calvin, através da enzima RUBISCO, e não possuem mecanismos adaptativos para a redução da fotorrespiração, como acontece nas plantas C_4 e CAM (Taiz et al., 2017). Produzem sementes ricas em proteínas dentro de frutos secos, deiscentes, na forma de vagem (Nabors, 2012), sistema radicular pivotante e pode apresentar relação simbiótica com bactérias diazotróficas formando um órgão especializado na fixação de N_2 atmosférico chamado nódulo (Moura et al., 2020), além de folhas compostas.

¹ Docente da Universidade Estadual do Maranhão

² Docente da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

³ Pós-doutoranda da Universidade Federal Rural de Pernambuco

⁴ Docente da Escola Técnica Estadual Governador Eduardo Campos

As leguminosas são conhecidas por gerarem diversos serviços ecossistêmicos, tais como produção de alimentos, serviços ecológicos e significado social (Van Wyk, 2019; Muir et al., 2019). Visando a produção agrícola, o cultivo de leguminosas pode ser direcionado para um ou mais serviços, por apresentar produtividade, valor nutritivo e fixação biológica de nitrogênio variável (Tabela 1), produção de grãos, lenha, madeira, forragem (*in natura* e conservada), melhoria da fertilidade do solo, aumento no valor nutritivo da dieta de animais, entre outros serviços ecossistêmicos prestados por essas espécies.

Tabela 1. Produção de matéria seca, proteína bruta, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e fixação biológica de nitrogênio em leguminosas, conforme diferentes autores

Gênero	PMS ¹ (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	PB ² (g kg ⁻¹ MS)	DIVMS ³ (g kg ⁻¹ MS)	FBN ⁴ (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Referências
<i>Cajanus</i>	7	270	470	70 a 235	Neres et al. (2012); Simioni et al. (2014).
<i>Clitoria</i>	5 a 15	210	660	-	Conway et al. (2001); Juma et al. (2006).
<i>Gliricidia</i>	5,8	200	460	110	Apolinário et al. (2015).
<i>Leucaena</i>	5 a 7,5	240	400	400 a 900	Drumond et al. (2010); Simioni et al. (2014).
<i>Medicago</i>	10	260	410	40 a 130	Simioni et al. (2014).
<i>Prosopis</i>	-	180	590	-	Ribaski et al. (2009).

¹Produção de matéria seca (t ha⁻¹ ano⁻¹); ²Proteína bruta (g kg⁻¹ MS); ³Digestibilidade *in vitro* de matéria seca (g kg⁻¹ MS); ⁴Fixação biológica de nitrogênio (kg ha⁻¹ ano⁻¹).

Na alimentação animal, as leguminosas forrageiras desempenham importante papel no fornecimento de proteína (Dubeux Júnior et al., 2017), podendo ser colhida pelo animal em pastejo e/ou ramoneio, ou fornecida no cocho, ainda verde, ou conservados na forma de feno ou silagem. Seu cultivo em monocultura (banco de proteína) ou integrado com gramíneas forrageiras visa fornecer um alimento de melhor valor nutritivo (Hatfield e Kalscheur, 2020), além de minerais como cálcio (Nicodemo e Laura, 2001), o que reflete na maioria das vezes em aumento de produtividade animal (Barcellos et al., 2008).

No Brasil, distintas espécies de leguminosas com centro de origem em diversas partes do mundo (Figura 1) são utilizadas como plantas forrageiras, a exemplo dos gêneros *Cajanus*, *Clitoria*, *Gliricidia*, *Leucaena*, *Medicago*, *Prosopis* (Figura 2), *Arachis*, *Stylosanthes*, entre outras. Nesse contexto, o presente capítulo tem como objetivo apresentar características de alguns gêneros e espécies de leguminosas forrageiras.

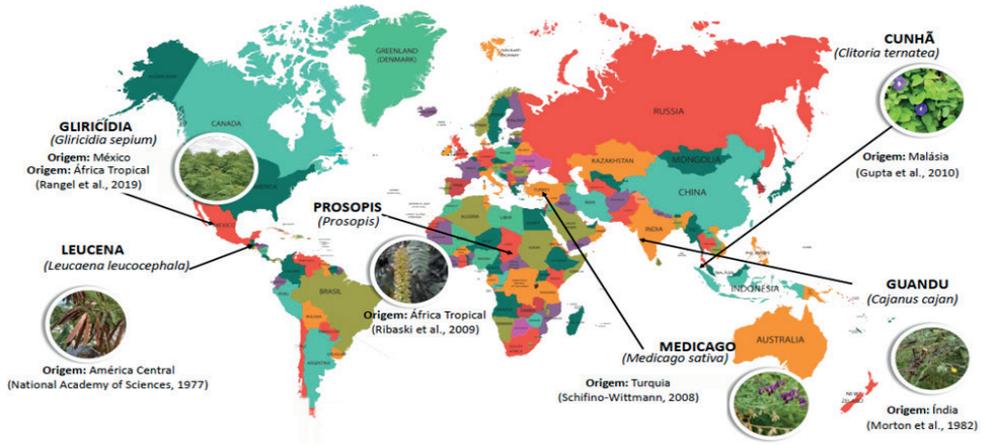


Figura 1. Mapa global representando o local de origem dos gêneros de diferentes leguminosas.

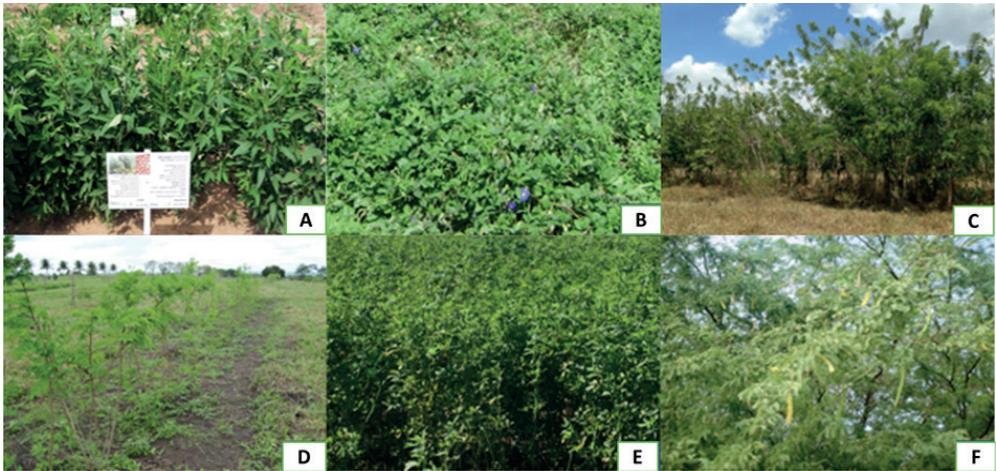


Figura 2. Representação de plantas dos gêneros (A) *Cajanus*, (B) *Clitoria* (C), *Gliricidia*, (D) *Leucaena*, (E) *Medicago* e (F) *Prosopis*.

Cajanus

O gênero *Cajanus* é originário da Índia (Figura 1). Foi levado para África, de onde teria se espalhado pelas Américas durante o período da escravatura (Morton et al., 1982). O Feijão guandu, *C. cajan* (L.) Millspaugh, também conhecido como guandu, guando, andu, ervilha-de-pombo, anduzeiro, guandeiro, é a espécie mais estudada do gênero. Entre as cultivares, o ciclo de cultivo pode variar de curto, plantas anuais, a tardio, plantas perenes que podem persistir até cinco anos (Fonseca e Martuscello, 2010). Entre as instituições de pesquisa que tem se dedicado ao estudo do guandu no Brasil, destaca-se a Embrapa gado de corte, Campo Grande - MS.

Como características botânicas, o Feijão guandu apresenta porte arbustivo semidecíduo (Figura 2A), atingindo alturas entre 1,5 a 4 m, a depender do cultivar. Suas folhas são compostas, trifoliadas, de coloração verde clara, formato lanceolados ou elípticos estreitos, pontiagudas, com 2,5 a 10 cm de comprimento, apresenta pilosidade leve, flores possuem coloração variando do amarelo-ouro ao amarelo-avermelhado, com inflorescências de 5 a 12 flores em ráceros axilares, cada flor medindo aproximadamente 2 cm de comprimento (Morton et al., 1982). Seus frutos são abundantes, medindo aproximadamente 4 a 8 cm de comprimento e 1,3 cm de largura, formato achatado e curvilíneo, pontiagudos pilosos, coloração castanha, com pequeno hilo branco, mas podem ser rajadas dependendo da variedade (Fonseca e Martuscello, 2010).

O Feijão guandu é adaptado ao clima tropical, exigente em temperaturas elevadas, sendo tipicamente uma planta de fotoperíodo longo, desenvolvendo-se a uma faixa de precipitação de 500 a 1.500 mm ano⁻¹, resistência elevada a seca, pode ser cultivado em áreas com menos de 300 mm de precipitação, embora tolere temperaturas baixas, não resiste à geada (Simioni et al., 2014). Se adapta a solos pobres, não tolera solos úmidos, preferindo solos profundos e bem drenados, com pH entre 5,0 e 8,0, mas com melhor desenvolvimento em solos próximo a neutralidade, por fazer simbiose com bactérias diazotróficas, formam nódulos nas suas raízes, fixando até 280 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N₂ atmosférico, além de associar-se a fungos micorrízicos arbusculares (Rayol e Alvino-Rayol, 2012).

Com propagação via semente, o semeio deve ocorrer no início do período chuvoso, podendo ser em linha ou a lanço. Quando o cultivo for em linha para formação de banco de proteína, pode-se utilizar os espaçamentos de 2 a 3 m entre linhas, com 6 a 8 sementes por metro linear, de 4 a 5 kg ha⁻¹ de sementes. No semeio a lanço, recomenda-se 50 sementes por metro quadrado (Fonseca e Martuscello, 2010).

Em sistemas de cultivo consorciado, o Feijão guandu pode ser cultivado com gramíneas forrageiras com *Urochloa brizantha* cv. Piatã (Neres et al., 2012); *Zea mays* cv. 1035 (Oliveira et al., 2011), *Pennisetum purpureum* (Tenakwa et al., 2019), entre outras. Além do cultivo em consórcio com gramíneas forrageiras, pode ser consorciado com cactáceas (Araújo et al., 2019) e outras leguminosas (Pereira, 1985). Por apresentar desenvolvimento inicial lento, maior atenção no controle de plantas invasoras deve ser empregada nos primeiros 30 dias após o plantio (Fonseca e Martuscello, 2010).

O Feijão guandu pode ser utilizado como adubo verde (Bohra et al., 2020), para o consumo humano (vagens e grãos verdes, grãos maduros, farinhas de grãos e grãos em conserva (Pereira, 1985; Vinholis et al., 2019)), como planta forrageira, na forma de banco de proteína, com pastejo direto e/ou fornecida no cocho, como feno e silagem (Souza et al., 2007). Araújo et al. (2004) observaram para as diferentes frações da parte aérea de Feijão guandu as seguintes proporções: 46% de folhas, 25,9% de caules com diâmetro menor que 5 mm e 28,1% de caules com diâmetro maior que 5 mm, obtendo-se para estas frações teor de proteína bruta e fibra em detergente neutro, respectivamente, de 223 g kg⁻¹ e 412 g kg⁻¹ nas folhas, 123 g kg⁻¹ e 697 g kg⁻¹ nos caules com diâmetro menor que 5 mm, 65 g kg⁻¹ e 829 g kg⁻¹ nos caules com diâmetro maior que 5 mm e 153 g kg⁻¹ e 603 g kg⁻¹ na parte aérea total.

Cabe ressaltar, que plantios mais densos reduz a locomoção animal em ranomeio e/ou pastejo (Bode et al., 2018). A aceitação pelos animais é um dos principais fatores limitantes ao uso do Feijão guandu em pastejo, pois os teores de taninos elevam-se após o florescimento, os quais podem estar associados a baixa aceitação do guandu pelos animais (Pereira et al., 2018).

Quando fornecida verde ou conservada, o corte deve ocorrer quando a planta estiver próximo ao estágio de floração, tendo produção aproximada de 57.000 kg ha⁻¹ de MS, recomenda-se intervalos de corte de 8 a 12 semanas, a partir dos primórdios florais, durante cerca de 336 dias a 48 semanas (Pereira, 1985).

Quando for utilizada na produção de silagem, sua mistura com o milho ou sorgo no momento de ensilar deve ocorrer na proporção de 20%. Outra provável alternativa para ensilar essa leguminosa seria a utilização, no momento da ensilagem, de aditivos microbiológicos (Obeid et al., 1992).

Clitoria

O gênero *Clitoria* tem como principal representante a *Clitoria ternatea* L., (Figura 2B) e é popularmente conhecida como Cunhã (Hall, 1985). A sua origem ainda não está devidamente esclarecida, existem relatos que sua verdadeira origem tenha sido na ilha Ternate do arquipélago Molucas na Indonésia (Gupta et al., 2010) (Figura 1). No entanto, encontram-se afirmações de que esta planta possa ser originária da Ásia (Barro e Ribeiro, 1983), da América do Sul ou Central do Caribe (Cook et al., 2005). Isso se deve ao fato de ser amplamente cultivada e naturalizada ao redor do mundo (Morris, 2009). Entre as instituições de pesquisa que tem se dedicado ao estudo da Cunhã no Brasil, destaca-se a Embrapa Meio-Norte, Teresina - PI.

O nome do gênero *Clitoria* deriva do formato de suas flores, sendo uma característica marcante das espécies do gênero (Barroso, 1991). Essas plantas são encontradas em sua maioria em regiões tropicais e subtropicais (Silva e Parente, 2002), se destacam como herbáceas, eretas ou volúveis, de flores róseas, brancas ou violáceas (Ducke, 1949).

A Cunhã é uma espécie perene, atinge altura entre 60 a 70 cm (Barro e Ribeiro, 1983), é vigorosa, entrelaçada, bem adaptada, com folhas pinadas, com cinco folíolos elípticos (Figura 2B). As flores são solitárias ou emparelhadas, os frutos são vagens lineares planas e escassamente pubescentes, contendo de 6 a 10 sementes escuras em sua maturidade (Lijon et al., 2017), sendo a semeadura a principal forma de cultivo (Morris, 2009). Planta adaptada a solos com pH de 5,5 a 8,9, altitudes de 0 a 1.800 m, precipitação de 800 a 4.000 mm e temperaturas de 19 a 32° C (Gomez e Kalamani, 2003). Tolera bem a seca, podendo se desenvolver em localidades com regime pluvial de apenas 380 mm ano⁻¹ (Barros et al., 2004).

Abreu et al. (2014), avaliando diferentes frequências de corte (35; 50; 70 e 90 dias) em uma região com média de precipitação anual de 800 mm, obtiveram produção de matéria seca de 592; 1.401; 3.192; 3.684 kg ha⁻¹, respectivamente. Além disso, apresenta bom valor nutritivo, comparável às culturas de leguminosas forrageiras (por exemplo, Alfafa ou Trevo), apesar do possível efeito linear positivo da maturidade sobre o teor de FDN e lignina em suas folhas e ramos.

Os teores de lignina na MS do feno de Cunhã variam de 80 a 160 g kg⁻¹ em idades de corte entre 42 e 90 dias (Barros et al., 2004). O teor de PB encontrado é de 140 a 200 g kg⁻¹ e FDN varia entre 420 a 610 g kg⁻¹ (Tabela 1) (Barro e Ribeiro, 1983; Juma et al., 2006). Os taninos são relativamente baixos, 13,1 ± 3,0 g kg⁻¹ na planta inteira (Juma et al., 2006) e 9,1 g kg⁻¹ apenas nas folhas (Giner-Chavez et al., 1997). Dubeux Júnior et al. (2009) observaram teores de MS de 930 g kg⁻¹ e PB de 180 g kg⁻¹,

demonstrando que essa planta pode ser utilizada de diferentes formas na produção animal, dentre elas, destaca-se, consórcio, banco de proteína, na forma de feno e fornecida *in natura* no cocho.

Oliveira Júnior et al. (2017) ao estudarem o desempenho de caprinos confinados, alimentados com silagens de Capim-elefante com níveis crescentes de Cunhã, constataram que a inclusão de 20% de Cunhã na silagem de capim-elefante, proporcionou o máximo de ganho de peso médio diário nos animais (79 e 89 g dia⁻¹, respectivamente).

Gonçalves et al. (2000), trabalhando com inclusão de até 40% de Cunhã na silagem de Capim-elefante, encontraram média de 677,6 g kg⁻¹ de digestibilidade. Esse valor baixo de DIVMS pode ser atribuído a maior proporção da lignina encontrada na silagem de Cunhã. Avalos et al. (2004) indicam que plantas Cunhã colhidas com 56 dias apresentam 152,9 g kg⁻¹ de lignina, o que interfere diretamente na digestibilidade.

Gliricidia

O gênero *Gliricidia* apresenta três espécies, *G. maculata* (H.B.K.) Steud, *G. guatemalensis* M. Micheli, e a mais cultivada, a *G. sepium* (Jacq.) Steud. (Hughes, 1987). A *G. sepium* (Figura 2C) é uma planta de porte arbustivo-arbóreo, nativa do México, América Central e Norte da América do Sul, (Figura 1), tendo sido introduzida e naturalizada ao longo das regiões tropicais (Rangel et al., 2019), podendo ser encontrada em regiões com precipitação de 600 a 3.500 mm.

Na região semiárida do Nordeste brasileiro foi introduzida inicialmente no município de Petrolina, Pernambuco, por volta de 1985, através de estacas procedentes da CEPLAC, Itabuna-BA (Kiill e Drumond, 2001). Entre as instituições de pesquisa que tem se dedicado ao seu estudo no Brasil, destaca-se a Embrapa Semiárido, Petrolina - PE. De acordo com o centro de origem, observa-se grande diversidade de espécies, com variações no porte das árvores, coloração, morfologia da bainha, flores, folhas e características das sementes. A *G. sepium* pode chegar de 12 a 15 m de altura, com tronco geralmente curvado de casca lisa e fina (Pitman e Vendramini, 2020). No sistema radicular, pode haver presença de nódulos, caracterizando a simbiose com bactérias diazotróficas (Barros et al., 2018).

Apresenta característica de caducifólia, flores zigomorfas, reunidas em inflorescências terminais do tipo cacho ou racemo, de fácil polinização por abelhas. De acordo com Kiill e Drumond (2001), *G. sepium* é auto incompatível, formando frutos somente após polinização cruzada. Suas cores são vivas e brilhantes, de antese

diurna, plataforma de pouso e néctar abrigado na base da corola. As pétalas são de cor lilás-rósea ou branca, estandarte orbicular, emarginado refletido, asas livres e carena curva, com a porção central de estandarte em tom creme (Hughes, 1987).

As vagens apresentam deiscência, desta forma, recomenda-se coletar essas quando estão ainda com coloração amarelada a marrom. A dormência tegumentar é mais preocupante quando as sementes são armazenadas por longos períodos (Drumond et al., 2010). É resistente a estresse hídrico, possui alta resiliência e facilidade de propagação, tanto através de sementes quanto estacas (Kumar e Mishra, 2013). Apresenta alta produção de folhas e fixação biológica de nitrogênio, (Apolinário et al., 2015), sendo explorada como forragem devido ao alto valor nutritivo (Tabela 1). Pode ser também uma alternativa energética, além de ser muito utilizada como cerca viva (Rangel et al., 2019).

A adaptação do animal ao consumo da Gliricídia é fundamental para garantir a persistência da planta e aceitabilidade pelos animais, da planta *in natura*. A frequência e intensidade de pastejo no início do crescimento da leguminosa se não forem ajustadas podem comprometer a persistência e capacidade de rebrota das plantas. O uso da Gliricídia, por apresentar duplo propósito, segundo Rangel et al. (2001), melhora da fertilidade do solo e serve como complemento alimentar dos rebanhos, apresentando melhoria no ganho de peso de novilhos nelorados. Silva et al. (2021), avaliando o desempenho animal em monocultivo de *Urochloa decumbens* e em sistemas silvipastoril com Gliricídia e Sabiá, observaram ganho de peso médio diário maior no silvipastoril com Gliricídia, seguido pelo monocultivo e silvipastoril com sabiá (0,77; 0,56 e 0,23 kg dia⁻¹), variando ao longo dos meses de avaliação.

Apolinário et al. (2015) avaliaram a entrada de N via fixação biológica na serrapilheria depositada e verificaram contribuições de 110 kg ha⁻¹ ano⁻¹ para Gliricídia em sistema silvipastoril numa densidade de 3.070 plantas ha⁻¹. A produção de biomassa acima do solo variou de 25 para 50 Mg ha⁻¹ entre fevereiro de 2012 e agosto de 2013, ressaltando que as folhas representaram a menor fração para Gliricídia (7 a 13%), comparada aos caules em suas diversas classes.

Leucaena

O gênero *Leucaena* tem como principal representante a *L. leucocephala* (Lam.) de Wit, com nome comum Leucena, porém são conhecidas inúmeras outras espécies como: *L. pulverulenta*; *L. diversifolia*; *L. lanceolata*; *L. collinsii*; *L. esculenta*; *L. macrophylla*; *L. retusa*; *L. shannanii* e *L. trichodes* (Schifino-Wittmann et al., 2000).

É originária da América Central (Figura 1), apresenta rusticidade, rápido crescimento, muitas vezes considerada como invasora, são encontradas mais de 100 variedades, podendo ser alocados em três grupos de acordo com hábito de crescimento, Havaí, Peru e Salvador com alturas entre 5; 15 e 20 m, respectivamente (National Academy of Sciences, 1997). A dispersão por todo o mundo ocorreu devido à grande produção de sementes e usabilidade, no Brasil, sua chegada ocorreu na década de 1940 (Alves et al., 2014). Entre as instituições de pesquisa que tem se dedicado ao seu estudo no Brasil, destaca-se a Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral - CE.

A *Leucena* apresenta folhas bipinadas de 15 a 20 cm de comprimento, planta de crescimento ereto e porte que varia de arbustivo à arbóreo (Figura 2D). O caule é cinza, isento de espinhos e acúleo, com ramificação moderada, de acordo com o manejo de cortes ou pastejo/ramoneio (Pandey e Kumar, 2013; Pachas et al., 2019). Pode apresentar nódulos no sistema radicular (Silva et al., 2018). Possui inflorescência axilar, isolada, pedunculada e possui capítulos solitários. Os frutos são vagens finas e achatadas, podendo variar de 11 a 19 cm de comprimento e possui coloração amarronzada. As sementes têm dormência física ou tegumentar de cerca de um ano (Pandey e Kumar, 2013).

Essa espécie se desenvolve bem em regiões com precipitação média anual acima de 500 mm e insolação direta, perdendo as folhas quando sombreada (Drumond et al., 2010). Em geral, a semeadura poder ser efetuada em covas, linhas ou sulcos rasos (2 a 3 cm), sempre recomendado que seja realizado após o período chuvoso, cuidados na implantação devem ser tomados devido ao crescimento lento, permitindo muitas vezes o surgimento de invasoras. Manejo mais atento para garantir a persistência da *Leucena* na fase inicial de crescimento deve ser realizado devido à alta aceitabilidade dos animais, embora seja bem procurada pelos animais, a presença de fatores antinutricionais, como a mimosina (aminoácido não-protéico), que exerce efeito antimetabólico nos animais, e tanino são comuns (Lima Filho e Abdalla, 2011) e muitas vezes limitantes do consumo.

Almejando garantir a persistência desta leguminosa, recomenda-se evitar o ramoneio pelos animais antes das plantas atingirem aproximadamente 1,5 m de altura (Pachas et al., 2019). As principais pragas que atacam a *L. leucocephala* são formigas e cupins, destacando-se *Camponotus* sp. (Hymenoptera: Formicidae) e *Brachymyrmex* sp. (Hymenoptera: Formicidae), sendo necessárias estratégias de manejo relacionadas ao controle de pragas e eliminação desses inimigos naturais muitas vezes com uso de biopesticidas locais, na tentativa de minimizar os efeitos negativos na planta (Damascena et al., 2017).

Cortes et al. (2004), avaliando as características de sobrevivência à seca de genótipos de *Leucaena leucocephala* (CNPC 893, CNPC 817, CNPC 915, CNPC 912, CNPC 863, CNPC 857, CNPC 847 e CNPC 846), de 1995 à 2003, observaram que três dos genótipos avaliados (CNPC 893, CNPC 912 e CNPC 847) se destacaram quanto à sobrevivência à seca, com herdabilidade de 97%, indicando a possibilidade de realização de melhoramento genético para esta característica.

A Embrapa Semiárido em 1990, lançou o sistema CBL (Caatinga-Buffel-Leucena) em Petrolina - PE, que hoje é caracterizado como sistema integrado de produção animal e sofreu algumas modificações, acrescentando outros recursos forrageiros para enriquecer o sistema. Inicialmente, o sistema CBL era dividido em três partes, 3% ocupados com um plantio de *Leucaena*, 40% com pastagem de Capim-buffel e os 57% restantes ocupada com vegetação nativa da Caatinga (Drumond et al., 2010).

Quanto à produção animal, Moreira et al. (2008) avaliaram a inclusão de três tipos de volumosos (30% de feno de *Leucaena*, de *Gliricídia* ou de *Maniçoba*) na ração de caprinos e observaram ganho médio diário 0,187 kg e consumo médio de MS de 0,579 kg com a utilização de 30% de feno de *Leucaena*, concluindo que a *Leucaena* e *maniçoba* consistem em volumosos tecnicamente viáveis para ração de caprinos em crescimento.

Medicago

O gênero *Medicago* (Figura 2E) tem como centro de origem o Noroeste do Irã e o Nordeste da Turquia (Figura 1). As formas mais antigas, perenes e alógamias, teriam como centro de origem a costa Norte do Mediterrâneo. Esse gênero compreende mais de 60 espécies, das quais dois terços são anuais e um terço é perene (Schifino-Wittmann, 2008). A principal espécie do gênero é a *Medicago sativa* L., conhecida como Alfafa.

A Alfafa (*Medicago sativa*) chegou ao Brasil no século XIX, entrando pelo Rio Grande do Sul, de onde se difundiu para os demais estados, principalmente Santa Catarina e Paraná (Nuernberg et al., 1992). Entre as instituições de pesquisa que tem se dedicado ao estudo dessa leguminosa no Brasil, destaca-se a Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos - SP. No Brasil, a maior parte da área cultivada de Alfafa são das variedades oriundas da população Crioula. As principais variedades oriundas da população Crioula conhecidas são: Crioula CRA, Crioula Itapuã, Crioula na Terra, Crioula Nativa, Crioula Ledur, Crioula Roque, Crioula Chile e Crioula UFRGS (Köpp et al., 2011). A espécie é perene, com caules de hábito ereto, folhosos e saem da

coroa da planta, próximo da superfície do solo, podendo atingir de 0,60 a 0,90 m de altura (Ball et al., 2007).

A primeira folha da plântula de Alfafa é unifoliolada e de forma orbicular. As segundas e as subsequentes são pinadas compostas, imparipenadas e na maioria das vezes trifolioladas, as folhas propriamente ditas, se unem ao ramo pelo pecíolo, e compõem-se de três folíolos peciolados (Schifino-Wittmann, 2008). As folhas são trifolioladas, compostas de folíolos oblongos, as flores possuem coloração em tons de azulado a violáceo, em racemos de 15 a 30 cm de comprimento, os legumes são espiralados e têm de 2 a 5 sementes (Fontaneli et al., 2012). O ápice do ramo passa do estágio de crescimento vegetativo ao reprodutivo, iniciando com a presença de uma protuberância na axila do primórdio foliar, adjacente ao ápice do ramo, de cada primórdio se origina uma inflorescência em forma de racemo simples (Ball et al., 2007).

O sistema radicular da Alfafa é robusto e profundo, podendo alcançar de 2 a 5 m de profundidade com dois a quatro anos de vida, pode ser classificado em quatro tipos: raiz pivotante, ramificada, rizomatosa e rasteira (Goplen et al., 1980). Segundo os mesmos autores, a raiz pivotante está associada a cultivares de Alfafa da espécie *M. sativa*, enquanto a presença de raízes ramificadas, rizomatosas ou rasteiras, está associada às espécies *M. falcata*.

Possui capacidade de produzir forragem com elevado valor nutricional, que pode atingir 30 t de MS ha⁻¹ ano⁻¹, sob condições não limitantes (Brown, 2004). A Alfafa é uma planta extremamente exigente em fertilidade e pH do solo entre 6,0 e 6,5. Se ocorrer desbalanço de nutrientes pode ocorrer perda de vigor, o que possibilitará o aparecimento de plantas invasoras, levando a um menor tempo de vida do cultivo (Werner et al., 1996). A forma de plantio é através de sementes, podendo ser realizado a lanço ou em sucos, além de ser uma planta forrageira de clima temperado, a Alfafa se adapta bem ao clima tropical do país, e os terrenos planos e bem drenados são indicados para o plantio de Alfafa (Barcellos, 1990).

A melhor época para corte ou para pastejo deve ser realizado quando a cultura se encontra em florescimento pleno, com 80% das plantas florescidas, para que ocorra, por meio da fotossíntese, acúmulo de maior quantidade de carboidratos e apresente coroa e sistema radicular bem desenvolvidos (Shock et al., 2007).

O corte da forragem deve ser realizado entre 8 e 10 cm da superfície do solo, mesma altura em que deve ser mantido o resíduo de pastejo. O pastejo em Alfafa deve ser diário, com período de descanso na região Sudeste no inverno em torno de 34 dias e, nas demais estações do ano, de aproximadamente 28 dias (Rassini et al., 2008).

Essa leguminosa pode ser utilizada pelos animais na forma conservada na forma de feno, na forma verde picada ou sob pastejo, outra forma importante para preservar a qualidade da Alfafa é em pellets (forragem desidratada e compactada em curtos cubos de alta massa volumar) (Rodriguez e Eroles, 2008).

Os valores médios de PB variam de 220 a 250 g kg⁻¹, NDT em torno de 600 g kg⁻¹, 520 g kg⁻¹ de FDN e carboidratos totais com aproximadamente 700 g kg⁻¹ (Simioni et al., 2014). Ribeiro et al. (1997) avaliaram produção e composição do leite de cabras alimentadas com diferentes volumosos e, observaram que os animais que receberam dietas contendo feno de Alfafa produziram quantidades mais elevadas de proteína, gordura e lactose no leite, em relação aqueles que receberam dietas com silagem de milho e feno de aveia.

Embora a Alfafa apresente características altamente desejáveis, como alta produção de forragem e alta qualidade nutricional, sob pastejo pode causar timpanismo espumoso (em maior grau quando na fase vegetativa e torna-se consideravelmente menor à medida que entra na fase de floração), pois possui velocidade inicial de degradação dos compostos nitrogenados de 25% a 30% mais rápida, quando comparada à outras leguminosas forrageiras, o que faz com que nas etapas iniciais da digestão produzam elevado volume de gases (Dalto et al., 2009). As consequências variam desde a diminuição do consumo, nos casos leves, até a morte por asfixia, nos quadros graves. A pré-secagem da Alfafa é uma técnica que pode ser usada para reduzir o risco de timpanismo (McAllister et al., 2015).

Prosopis

O gênero *Prosopis* tem sua origem na África Tropical (Figura 1), sendo a *P. africana* a última espécie que ainda persiste. Em épocas remotas, os ancestrais do gênero *Prosopis* (Figura 2F) migraram da África para a América e originaram dois polos de evolução, um na região México-Texana e outro na região Argentina-Paraguai-Chile (Ribaski et al., 2009). A *P. juliflora* (Sw) DC, nome comum Algaroba, uma das principais espécies do gênero, ocorre naturalmente no México, América Central e norte da América do Sul, no Brasil. A Região Nordeste destaca-se no cultivo, sendo introduzida em 1942, no município de Serra Talhada, Sertão pernambucano, com sementes procedentes de Piura, no Peru (Santos et al., 2019).

A algarobeira é uma planta com um rápido desenvolvimento (Carevic, 2014), além de fertilizar os solos, através da fixação do nitrogênio atmosférico, pela simbiose com bactérias diazotróficas, e associação com fungos micorrízicos

arbusculares (Aguiar et al., 2004; Franco et al., 2015). Tais características facilitaram seu desenvolvimento na região semiárida do Nordeste brasileiro (Andrade et al., 2010). Entre as instituições de pesquisa que tem se dedicado ao estudo da *P. juliflora* no Brasil, destaca-se a Embrapa Semiárido, Petrolina - PE.

Como características botânicas, é uma planta de porte arbóreo, com altura de 6 a 15 m, espinhosa ou raras vezes inerme (sem espinhos), tronco ramificado, e copa com 8 a 12 m de diâmetro, folhas bipinadas, comumente com poucos pares de pinas opostas, os folíolos são pequenos e oblongos com pouca variação (Muniz et al., 2009).

Os frutos apresentam lomentos drupáceos, lineares, falcados, com mesocarpo rico em sacarose (20 a 25%) e açúcares redutores (10 a 20%), e endocarpo de consistência lenhosa dividido em compartimentos, onde cada um apresenta uma semente com 340 a 390 g kg⁻¹ de proteínas (Silva et al., 1990). As sementes são ovóides, achatadas, duras e apresentam fissuras nas faces. As flores são pequenas, hermafroditas, apresentam simetria radial e com coloração branco esverdeada, tornando-se amarela com a idade, comumente apresenta duas florações ao ano, com a produção e tamanho das vagens, bem como os teores de açúcares dos frutos variados (Ribaski et al., 2009).

O plantio da Algaroba é via semente ou mudas, as sementes germinam em torno de 90%, após o tratamento pré-germinativo, água quente para maior quantidade de sementes, ou desponte lateral das sementes para pequenas quantidades, uma única semente por recipiente deve ser semeada de 0,5 a 1,0 cm de profundidade, com a emergência ocorrendo aproximadamente após cinco dias (Gorgatti Netto, 1987). Quando as plantas atingem de 20 a 30 cm, geralmente após 60 dias do semeio, as mudas estão prontas para o transplântio no campo (Ribaski et al., 2009).

Franco et al. (2015) afirmam que a Algaroba se adapta bem a solos com elevados níveis de alcalinidade e salinidade. O plantio pode ser em monocultura ou consorciado, quando o objetivo é produção de lenha, o espaçamento entre plantas deve ser no máximo de 10 x 10 m, enquanto para a produção de forragem este espaçamento deve ser menor (Ribaski et al., 2009). No sistema de consórcio, a espécie que será consorciada deve ser implantada após o estabelecimento da Algarobeira, quando estiverem com dois anos de idade, aproximadamente, caso o plantio ocorra de forma simultânea, deve-se manter um coroamento mínimo de um metro de raio ao redor da plântula, até o estabelecimento da espécie arbórea (Gomes et al., 2007).

A Algarobeira é aproveitada de três formas principais, seu tronco para exploração da madeira, utilizadas na confecção de cercas e para fins energéticos (Franco et al., 2015). Suas vagens para produção de farinha a serem utilizadas na

alimentação animal e humana, além da fabricação de diversos produtos com os seus extratos, e para sombreamento (Santos e Diodato, 2017).

A produção de madeira é estimada em 1,5 a 9,0 t ha⁻¹ de MS ano⁻¹, de acordo com o tipo e a qualidade do local, os melhores rendimentos são obtidos em solos de várzeas (Ribaski et al., 2009). Segundo os mesmos autores, a produção de vagens tem início a partir do segundo a terceiro ano, estendendo-se, economicamente, até os 30 anos de idade, estima-se, para a Região Nordeste, uma produção média de frutos de 6 t ha⁻¹ ano⁻¹, para plantios com cinco anos de idade, variando de 2 a 8 t ha⁻¹ ano⁻¹, além disso, dependendo da zona bioclimática em que são cultivadas e manejadas as algarobeiras, aos 15 anos de idade, podem apresentar uma produção média acima de 70 kg de vagens por árvore.

A partir da trituração das vagens diversos produtos são obtidos, dentre eles, biocombustível, o extrato aquoso, oriundo da maceração e cocção, origina um xarope “algarobina”, sendo utilizado com tônico e adoçante para bebidas (Muniz et al., 2009). O extrato concentrado, utilizado para o desenvolvimento de bebida e formulação para geleias, a farinha, utilizada na produção de pães e biscoitos na alimentação humana e a farinha como suplemento energético para ruminantes (Santos e Diodato, 2017).

Na alimentação animal, as vagens da Algaroba podem ser fornecidas de forma inteira, diretamente no campo ou no cocho, trituradas, ou em farelo, que é obtido pela secagem das vagens a temperaturas que variam entre 60 a 80^o C e posterior moagem, estas formas apresentam melhor aproveitamento dos nutrientes, principalmente energia, com valores de NDT próximos ao do milho e pode ser utilizada substituindo totalmente o milho na dieta de bovinos (Moraes et al., 2016).

De elevada digestibilidade e palatabilidade, as vagens da Algaroba são subdivididas em relação a sua constituição: 58% de pericarpo, 28,1% de casca da semente e 13,9% de sementes (Del Valle et al., 1983), apresentam composição química quando maduras de aproximadamente 840 a 927 g kg⁻¹ de MS, com base nela, é observado 78 a 147 g kg⁻¹ PB, 252 a 296 g kg⁻¹ de FDN, 188 a 241 g kg⁻¹ de FDA (Tabela 1) e 3,209 a 4,514 Mcal de energia bruta, 3,3 g kg⁻¹ de Ca e 3,4 g kg⁻¹ de P (Rêgo et al., 2011; Argôlo et al., 2013).

Cabe ressaltar que a presença da Algaroba no semiárido nordestino apresenta considerações negativas, como a invasão biológica da espécie na vegetação típica da Caatinga, principalmente, em áreas de planície aluvial por haver maior disponibilidade de água. Além disso, pode promover intoxicação em ruminantes de grande e pequeno porte, como o “mau-da-cara-torta” e da “língua-de-pau”, causadas pelo consumo da vagem *in natura* (Bezerra e Falcão-Silva, 2020), devido à presença de alcalóides em sua composição (Moraes et al., 2016). Riet-Correa et al. (2002) e Medeiros et

al. (2012) recomendam o uso por períodos curtos, e que quando consumidas não ultrapassem 50% da dieta do animal, como forma de evitar a intoxicação.

Perspectivas

O uso das leguminosas pode ser considerado como um dos pilares para obtenção de sistemas de produção mais sustentáveis e competitivos, tendo em vista o impacto sobre o armazenamento de carbono e nitrogênio no solo. Dessa maneira, reduz a quantidade de fertilizantes externos utilizados, principalmente nitrogenados, o que reduz consideravelmente as emissões de gases, como óxido nitroso, para a atmosfera. Além disso, a presença de leguminosas contribui diretamente para o aumento da qualidade da dieta fornecida aos animais.

Porém, o uso de leguminosas forrageiras no Brasil ainda é muito limitado, provavelmente em função do preço da semente ou baixa disponibilidade de sementes no mercado. Além das limitações em relação à persistência, aspecto tão discutido, mas ainda pouco aprofundado nas pesquisas, quando utilizados sob pastejo, o estabelecimento lento ou, principalmente, porque os serviços ambientais que elas podem desempenhar nos sistemas de produção são pouco divulgados.

Referências bibliográficas

ABREU, M.L.C. et al. *Clitoria ternatea* L. as a potential high quality forage legume. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.27, p.169-178, 2014.

AGUIAR, R.L.F. et al. Interação entre fungos micorrízicos arbusculares e fósforo no desenvolvimento da algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw) DC]. **Revista Árvore**, v.28, p.589-598, 2004.

ANDRADE, L.A. et al. Impactos da invasão de *Prosopis juliflora* (sw.) DC. (Fabaceae) sobre o estrato arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.32, p.249-255, 2010.

APOLINÁRIO, V.X.O. et al. Tree legumes provide marketable wood and add nitrogen in warm-climate silvopasture systems. **Agronomy Journal**, v.107, p.1915-1921, 2015.

ARAÚJO, F.P. et al. **Recomendação de variedades de guandu forrageiro**. Instrução Técnica da EMBRAPA Semi-árido. Petrolina: EMBRAPA, 2004 – 2ª edição. 6p.

ARAÚJO, J.S. et al. **Palma forrageira – Plantio e manejo**. Instituto Nacional do Semiárido, 2019.

ARGÔLO, L.S. et al. Comportamento ingestivo de cabras anglo nubianas alimentadas com dietas contendo farelo de vagem de *Prosopis juliflora* (algaroba). **Acta Veterinária Brasileira**, v.7, p.205-211, 2013.

AVALOS, J.F.V.; CÁRDENAS, J.A.B.; CEJA, J.V.R. et al. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne e leche. **Técnica Pecuária em México**, v.42, p.79-96, 2004.

BALL, D.M. et al. **Southern forages**. 4th. ed. Lawrenceville, Georgia: International Plant Nutrition Institute, 2007. 322p.

BARCELLOS, A.O. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.51-67, 2008.

BARCELLOS, J.M. **A cultura da alfafa**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1990. 12p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico, 56).

BARRO, C.; RIBEIRO, A. The study of *Clitoria ternatea* L. hay as a forage alternative in tropical countries. Evolution of the chemical composition at four different growth stages. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.34, p.780-782, 1983.

BARROS, F.M.R. et al. Silvopastoral systems drive the nitrogen-cycling bacterial community in soil. **Ciencia e Agrotecnologia**, v.42, p.281-290, 2018.

BARROS, N.N. et al. Feno de cunhã (*Clitoria ternatea* L.) para acabamento de cordeiros. **Ciência Rural**, v.34, p.499-504, 2004.

BARROSO, G.M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. Viçosa: UFV, 1991. 377p.

BEZERRA, J.J.L.; FALCÃO-SILVA, V.S. Relatos de casos de intoxicação por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Fabacea) em ruminantes no semiárido paraibano. **Diversitas Journal**, v.5, p.1281-1290, 2020.

BODE, O.O. et al. Effects of spacing, cutting height and cutting interval on fodder yield and nutritional value of *Cajanus Cajan*. **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, v.3, p.818-822, 2018.

BOHRA, A. et al. Genomics-assisted breeding for pigeonpea improvement. **Theoretical and Applied Genetics**, v.133, p.1721-1737, 2020.

BROWN, H.E. **Understanding yield and water use of dryland forage crops in New Zealand**. 305 p. Tese (Doutorado). Lincoln University, New Zealand, 2004.

CAREVIC, F.S. The role of ecophysiological studies in the genus *Prosopis*: implications for the conservation of drought-prone species. **Idesia**, v.32, p.77-81, 2014.

CONWAY, M.J. et al. **Butterfly pea - A legume success story in cropping lands of central Queensland**. Proceeding of the 10th Australian Agronomy conference, Hobart. 2001.

COOK, B.G. et al. **Tropical Forages: an interactive selection tool**. CSIRO, DPIeF (Qld), CIAT and ILRI, 2005. Disponível em: <<https://www.tropicalforages.info/identify/key.html>>. Acesso em: 13 novembro de 2020.

CORTES, L.C.S.L. et al. Caracterização da sobrevivência a seca da Leucena (*Leucaena leucocephala* L.L. Wit) em Arcoverde, Agreste Pernambucano. **Anais...** 41 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Campo Grande/MS, 2004.

DALTO, A.G.C. et al. Timpanismo espumoso em bovinos leiteiros em pastagens de *Trifolium* spp. (Leg. Caesalpinoideae). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.29, p.401-403, 2009.

DAMASCENA, J.G. et al. Spatial distribution of phytophagous insects, natural enemies, and pollinators on *Leucaena leucocephala* (fabaceae) trees in the cerrado. **Florida Entomologist**, v.100, p.558-565, 2017.

DEL VALLE, F.R. et al. Chemical and nutritional studies on mesquite beans (*Prosopis Juliflora*). **Journal of Food Science**, v.48, p.914-919, 1983.

DRUMOND, M.A. et al. Espécies arbóreas exóticas de uso múltiplo para o semiárido brasileiro. In: SA, I.B.; SILVA, P.C.G. (Eds.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p.243-274.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. et al. Biological N₂ fixation, belowground responses, and forage potential of rhizoma peanut cultivars. **Crop Science**, v.57, p.1027-1038, 2017.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. et al. Cunchã: Uma alternativa para o produtor de leite. Recife-PE: UFRPE, 30p. 2009.

DUCKE, A. **Notas sobre a flora neotrópica: as leguminosas da Amazônia Brasileira**. Instituto Agrônomo do Norte, 1949. 248p. (Instituto Agrônomo do Norte. Boletim Técnico, 18).

FONSECA, D.; MARTUSCELLO, J. **Plantas Forrageiras**. 1. ed.: Editora UFV, 2010, 537p.

FONTANELI, R.S. et al. **Winter forage grasses**. In: FONTANELI, R.S. et al. (Eds.) Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira, EMBRAPA, Brasília, 2012. 544p.

FRANCO, E.S. et al. Comparação de indicadores químicos do solo após o plantio da algaroba. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.11, p.61-66, 2015.

GINER-CHAVEZ, B.I. et al. Comparison of the precipitation of Alfalfa leaf protein and bovine serum Albumin by tannins in the radial diffusion method. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.74, p.513-523, 1997.

- GOMES, J.J. et al. Características tecnológicas da *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. e alternativas para o uso racional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.537-542, 2007.
- GOMEZ, M.A.; KALAMANI, A. Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*): A nutritive multipurpose forage legume for the tropics - An Overview. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.2, p.374-379, 2003.
- GONÇALVES, T.C.D. et al. Digestibilidade “*in situ*” da matéria seca da silagem de capim elefante (*Pennisetum Purpureum*, Schum) com diferentes níveis de cunhã (*Clitoria Ternatea*, L) **Revista Científica de Produção Animal**, v.2, p.58-64, 2000.
- GOPLIN, B. P. et al. **Growing and managing alfalfa in Canada**. Ottawa: Agriculture Canada, 1980. 49 p. (Publication, 1705).
- GORGATTI NETTO, A. Consideration on the cultivation and industrialization of guar (*Cyamopsis tetragonoloba*). **Coletânea do Instituto de Tecnologias de Alimentos**, v.17, p.91-100, 1987.
- GUPTA, J.K. et al. *Clitoria ternatea* (L.): Old and new aspects. **Journal of Pharmacy Research**, v.11, p.2610-2614, 2010.
- HALL, T. J. Adaptation and agronomy of *Clitoria ternatea* L. in Northern Australia. **Tropical Grasslands**, v.19, p.156-163, 1985.
- HATFIELD, R.D.; KALSCHUR, K.F. Carbohydrate and Protein Nutritional Chemistry of Forages. In: MOORE, K.J. et al. (Eds.). **Forages. The Science of Grassland Agriculture**. 7th ed. West Sussex, UK: Wiley Blackwell, 2020. p.595-608.
- HUGHES, C. E. Biological considerations in designing a seed collection strategy for *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp (leguminosae). **The Commonwealth Forestry Review**, v.66, p.31-48, 1987.
- JUMA, H.K. et al. Evaluation of *Clitoria*, *Gliricidia* and *Mucuna* as nitrogen supplements to Napier grass basal diet in relation to the performance of lactating Jersey cows. **Livestock Science**, v.103, p.23-29, 2006.
- KIILL, L.H.P.; DRUMOND, M.A. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (Fabaceae-Papilionoidae) na região de Petrolina, Pernambuco. **Ciência Rural**, v.31, p.597-601, 2001.
- KÖPP, M.M. et al. Cultivares de alfafa no Brasil. In: FERREIRA, R.P. et al. (Eds.). **Melhoramento genético da alfafa**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2011. p.309-331.
- KUMAR, P.; MISHRA, P. K. Cultivation of *Gliricidia sepium* (*Gliricidia*) and its use for improving soil fertility. **Journal of The Kalash Science**, v.1, p.131-133, 2013.
- LIJON, B. et al. Phytochemistry and pharmacological activities of *Clitoria ternatea*. **International Journal of Natural and Social Sciences**, v.1, p.1-10, 2017.

LIMA FILHO, O.F.; ABDALLA, A.L. **Desordens nutricionais e síntese de compostos fenólicos e taninos totais em guandu e leucena**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 87p.

McAllister, T.A. et al. Using condensed tannin containing forages to establish sustainable and productive forage-based cattle production systems. **Archivos latino-americanos de Producción Animal**, v.23, p.387-391, 2015.

MEDEIROS, M.A. et al. Utilização de vagens de *Prosopis juliflora* na alimentação de bovinos e equinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, p.1014-1016, 2012.

MORAES, G.S.O. et al. Total replacement of corn by mesquite pod meal considering nutritional value, performance, feeding behavior, nitrogen balance, and microbial protein synthesis of Holstein-Zebu crossbred dairy steers. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, p.1415-1420, 2016.

MOREIRA, J.N. et al. Alternativas de volumosos para caprinos em crescimento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, p.407-415, 2008.

MORRIS, J.B. Characterization of butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) accessions for morphology, phenology, reproduction and potential nutraceutical, pharmaceutical trait utilization. **Genetic Resources and Crop Evolution**, n.56, p.421-427, 2009.

MORTON, J.F. et al. **Pigeon-peas *Cajanus cajan* Millsp). A valuable crop of the tropics**. Mayaguez, University of Puerto Rico - Department. of Agronomy and Soils, 1982. 122p.

MOURA, E.G. et al. Diversity of *Rhizobia* and importance of their interactions with legume trees ofr feasibility and sustainability of the Tropical Agrosystems. **Diversity**, v.12, p.206, 2020.

MUIR, J.P. et al. Value of endemic legumes for livestock production on Caatinga rangelands. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, p.e5648, 2019.

MUNIZ, M.B. et al. Avaliação do processo de enriquecimento nutricional da vagem da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC). **Anais... XVII Simposio Nacional de Bioprocessos**, Natal/RN, 2009.

NABORS, M. W. **Introdução à botânica**. São Paulo: Roca, 2012, 680p.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, Washington, EUA. **Leucaena promising forage and tree-crop for the tropics**. Washington, National Research Council, 1977, 115p.

NERES, M.A. et al. Características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão-guandu cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. **Ciência Rural**, v.42, p.862-869, 2012.

NICODEMO, M.L.F.; LAURA, V.A. **Elementos minerais em forrageiras: formas químicas, distribuição e biodisponibilidade**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2001. 40p. (Documentos, 115).

NUERNBERG, N.J. et al. **Manual de produção de alfafa**. Florianópolis: Epagri, 1992. 86p.

OBEID, J.A. et al. Silagem consorciada de milho (*Zea mays* L.) com leguminosas: Produção e composição bromatológica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.33-38, 1992.

OLIVEIRA JÚNIOR, J.R.B. et al. In: XII Congresso Nordeste de Produção Animal. Desempenho de caprinos confinados, alimentados com silagens de capim elefante com níveis crescentes de cunhã, 2017, Pernambuco. **Anais...** Petrolina: UNIVASF, 2017. p.1552-1554.

OLIVEIRA, P. et al. Consórcio de milho com braquiária e guandu-anão em sistema de dessecação parcial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1184-1192, 2011.

PACHAS, N.A. et al. Establishment and management of leucaena in Latin America. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v.7, p.127-132, 2019.

PANDEY, V.C.; KUMAR, A. *Leucaena leucocephala*: An underutilized plant for pulp and paper production. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.60, p.1165-1171, 2013.

PEREIRA, J. **O feijão guandu: uma opção para a agropecuária brasileira**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1985. 27p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 20).

PEREIRA, T.P. et al. Characterization and biological activity of condensed tannins from tropical forage legumes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53, p.1070-1077, 2018.

PITMAN, W.D.; VENDRAMINI, J.M.B. Legumes for Tropical and Subtropical Areas. In: MOORE, K.J. et al. (Eds.). **Forages. The Science of Grassland Agriculture**. 7th. ed. West Sussex, UK: Wiley Blackwell, 2020. p.277-296.

RANGEL, J. et al. *Gliricidia sepium*: a promising legume tree for the brazilian semiarid zone. **The journal of the International Legume Society**, v.1, p.36-38, 2019.

RANGEL, J.H.A. et al. Experiências como uso da *Gliricidia sepium* na alimentação animal no Nordeste brasileiro. In: CARVALHO, M.M. et al. (Eds.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF: FAO, 2001. p.139-152.

RASSINI, J.B. et al. **Cultivo e estabelecimento da alfafa**. In: FERREIRA, R.P. et al. (Eds.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p.39-79.

RAYOL, B.P.; ALVINO-RAYOL, F.O. Uso de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millup.) para adubação verde e manejo agroecológico de plantas espontâneas em reflorestamento no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.7, p.104-110, 2012.

RÊGO, A.C. et al. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante com adição de vagem de algaroba triturada. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.199-207, 2011.

RIBASKI, J. et al. **Algaroba (*Prosopis juliflora*): Árvore de uso múltiplo para a Região Semiárida Brasileira**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2009. 8p. (Comunicado técnico, 240).

RIBEIRO, A.C. et al. Variação da composição do leite de cabra ao longo do ano, em um criatório da região sudeste do Brasil. In: Reunião Anual DA Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.331-333.

RIET-CORREA, F. et al. Importância do exame clínico para o diagnóstico das enfermidades do sistema nervoso em ruminantes e equídeos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.22, p.161-168, 2002.

RODRIGUEZ, N.E.; EROLES, S.F. Morfologia da planta de alfafa. In: FERREIRA, R.P. et al. (Eds.). **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p.1-22.

SANTOS, J.P.S. et al. Distribuição e análise dos processos de dispersão de árvores do gênero *Prosopis* nas áreas de proteção permanente da área urbana do município de Mossoró /RN. **GeoTemas**, v.9, p.177-197, 2019.

SANTOS, J.P.S.; DIODATO, M.A. Histórico da implementação da algaroba no Rio Grande do Norte. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.37, p.201-212, 2017.

SCHIFINO-WITTMANN, M.T.S. et al. Chromosome numbers and unreduced gametes in species of *Leucaena* Benth. (Leguminosae): new contributions for the taxonomy, evolutionary studies and breeding of the genus. In: GUTTENBERGER, H. et al. (Eds.). **Cytogenetic studies of forest trees and shrubs: review, present status and outlook on the future**. Zvolen: Arbora, 2000. p.181-190.

SCHIFINO-WITTMANN, M.T.S. **Alfafa**. In: BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. (Eds.). Origem e evolução de plantas cultivadas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.89-120.

SHOCK, C.C. et al. Alfalfa seed yield and quality. **Agronomy Journal**, v.99, p.992-998, 2007.

SILVA, B.P.; PARENTE, J.P. Antiinflammatory activity of rotenoids from *Clitoria fairchildiana*. **Phytotherapy Research**, v.16, p.S87-S88, 2002.

SILVA, I.A.G. et al. Tree legume enhances livestock performance in a silvopasture system. **Agronomy Journal**, v.113, p.358-369, 2021.

SILVA, L.F. et al. *Prosopis juliflora* pod flour and syrup processing and nutritional evaluation. In: HABIT, M.A.; SAAVEDRA, Y.V. **The current state of knowledge on *Prosopis juliflora***. Washington, FAO, 1990. p.405-418.

SILVA, V.S.G. et al. Symbiotic efficiency of native rhizobia in legume tree *Leucaena leucocephala* derived from several soil classes of Brazilian Northeast region. **Australian Journal of Crop Science**, v.12, p.478-485, 2018.

SIMIONI, T.A. et al. Potencialidade da consorciação de gramíneas e leguminosas forrageiras em pastagens tropicais. **PUBVET**, v.8, p.1551-1697, 2014.

SOUZA, F.H.D. et al. **Produção de sementes de guandu**. São Carlos-SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 68p. (Documentos 69).

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017, 888 p.

TENAKWA, E.A. et al. Biomass yield and fodder quality of Napier grass (*Pennisetum purpureum*) as affected by Pigeon pea (*Cajanus cajan*) intercrop and planting distance. **Ghana Journal of Agricultural Science**, v.54, p.36-44, 2019.

VAN WYK, B. E. The diversity and multiple uses of southern African legumes. **Australian Systematic Botany**, v.32, p.519-546, 2019.

VINHOLIS, M.M.B. et al. **Estimativa de custo de produção de grão de feijão guandu**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2019. 17p. (Circular técnica, 84).

WERNER, J.C. et al. Forrageiras. In: RAIJ, B.V. et al. (Eds.). **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. p.245-258. (Boletim, 100).

11

Potencial forrageiro de plantas da Caatinga

Mércia Virginia Ferreira dos Santos^{1,5}

Rayanne Thalita de Almeida Souza²

Márcio Vieira da Cunha¹

André Luiz Rodrigues Magalhães³

Divan Soares da Silva⁴

Introdução

A Região Nordeste do Brasil, segundo IBGE (2019), ocupa área de 1.552.167 km² (18,3 % da área do país) e é caracterizada pela diversidade de suas paisagens. Dentre essa diversidade, tem-se a Caatinga, único bioma exclusivamente brasileiro, com área de 844.453 km² e completamente inserido no semiárido, que se estende na totalidade do estado de Ceará e mais da metade da Bahia (54%), da Paraíba (92%), de Pernambuco (83%), do Piauí (63%) e do Rio Grande do Norte (95%), quase metade de Alagoas (48%), Sergipe (49%), e pequenas proporções de Minas Gerais (2%) e do Maranhão (1%) (IBGE/MMA, 2004).

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco

² Docente da Escola Técnica Estadual Governador Eduardo Campos

³ Docente da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

⁴ Universidade Federal da Paraíba

⁵ Bolsista de produtividade do CNPq.

A pecuária é a grande aptidão dessa região, sendo as plantas da Caatinga, importante recurso forrageiro para os animais. Na região semiárida é utilizado um grande sistema agrossilvipastoril, formado por animais pastejando extensivamente na vegetação da Caatinga, exploração de recursos madeireiros e agricultura migratória com uso de queimadas, para produção de culturas de subsistência, obedecendo ou não a uma distribuição espacial ou sequencial (Santos et al., 2010).

Por outro lado, pelas características sazonais das plantas dessa vegetação, pelas condições limitantes de clima e solo, e principalmente, por parte da vegetação ser composta por plantas não forrageiras, a Caatinga apresenta baixa capacidade de suporte. Somado a estrutura fundiária, em que 90% dos estabelecimentos apresentam área inferior a 100 ha (IBGE, 2017), a alternativa para os sistemas pecuários do semiárido seria buscar ganhos em produtividade no fator terra (Moreira et al., 2007). Para isto, as espécies forrageiras da Caatinga deveriam ser utilizadas pelos animais no período chuvoso, quando oferece a máxima produção de matéria seca, e associar ao uso de espécies cultivadas e conservadas para a alimentação dos animais no período seco (Moura et al., 2021).

O presente trabalho objetivou apresentar informações sobre aspectos forrageiros de plantas da Caatinga, com vistas à alimentação de ruminantes.

Caracterização da Caatinga

A Caatinga (Figura 1) é o principal bioma da região Semiárida do Brasil, caracterizada pela heterogeneidade das condições naturais do clima, solo e topografia, que favorecem o desenvolvimento de uma diversidade de espécies vegetais bem adaptadas à região (Souza et al., 2019), sendo marcadamente influenciada por fatores bióticos e abióticos.

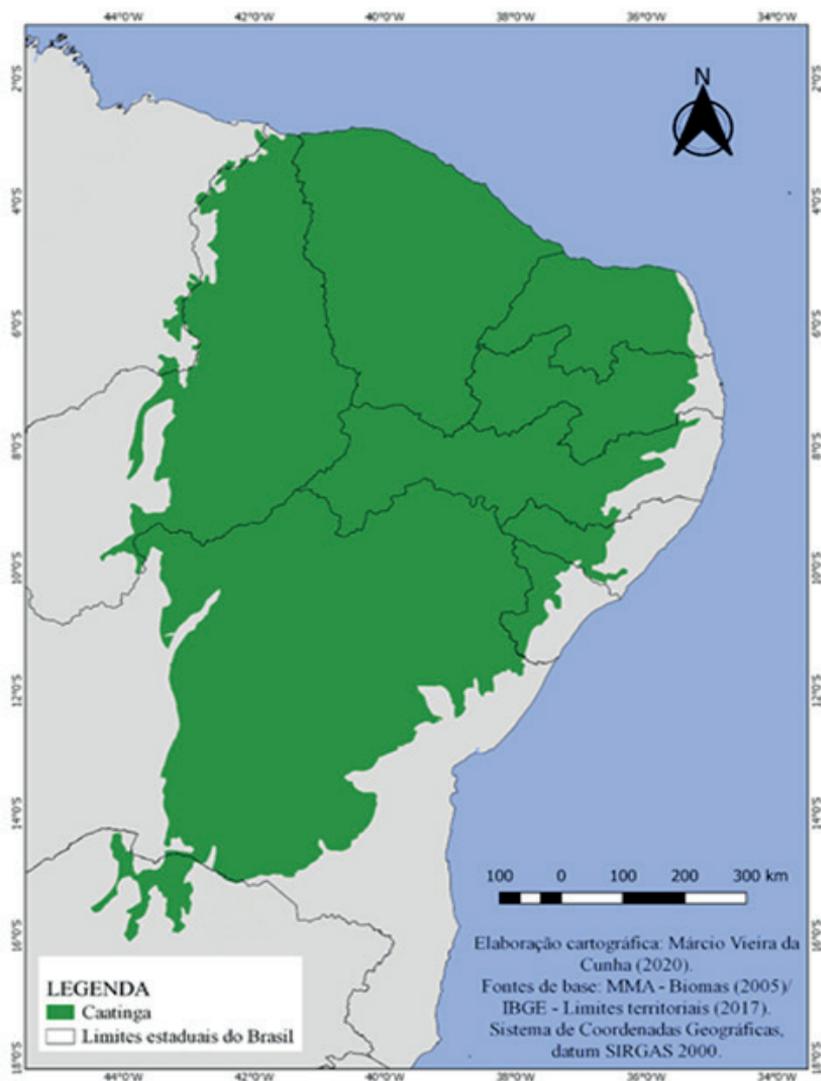


Figura 1. Mapa do bioma Caatinga.

Nesta região, o regime de chuvas é altamente variável, de ano para ano, dentro do ano e no espaço (Andrade et al., 2020). Essas flutuações climáticas influenciam as plantas da Caatinga, desencadeando peculiaridades morfológicas e variações fisiológicas, garantindo a adaptação e aquisição de recursos ambientais (França et al., 2020).

A vegetação da Caatinga é constituída por espécies arbustivas e arbóreas de pequeno porte, geralmente dotados de espinhos, sendo, caducifólias, em sua maioria, perdendo suas folhas no início da estação seca. Complementam a composição botânica desse bioma, leguminosas, cactáceas, bromeliáceas, e um componente herbáceo, formado por gramíneas e dicotiledôneas, predominantemente anuais (Santos et al., 2010). Além disso, o endemismo nesses grupos varia entre 7 e 57% na Caatinga (Leal et al., 2005).

O número de espécies que compõem a Caatinga é bastante variável, conforme o estrato considerado, o ano, a metodologia empregada e ações antrópicas (Santos et al., 2010). Giulietti et al. (2006) listaram para o bioma as principais famílias, considerando número de espécies: Leguminosae (278 espécies), Convolvulaceae (103 espécies), Euphorbiaceae (73 espécies), Malpighiaceae (71 espécies), Poaceae (66 espécies) e Cactaceae (57 espécies). Barbosa et al. (2020) observaram em áreas de Caatinga em diferentes municípios da Paraíba 3.526 indivíduos distribuídos em 31 espécies, distribuídas em 14 famílias e 26 gêneros. De modo geral, observou-se que dentre as 14 famílias presentes na área, Euphorbiaceae apresentou o maior número de indivíduos (1.506) seguida por Leguminosae (1.385) e Sapindaceae (327).

Em Serra Talhada-PE, Moura (1987) considerou indivíduos de diferentes alturas na Caatinga e encontrou 44 famílias, 94 gêneros e 143 espécies. Em São João do Cariri-PB, Andrade et al. (2009) observaram que a flora herbácea foi representada por 31 gêneros, 40 espécies e 21 famílias.

A vegetação mais típica de Caatinga encontra-se nas depressões sertanejas: uma ao norte e outra ao sul do bioma, separadas por uma série de serras que constituem uma barreira geográfica para diversas espécies vegetais. Os diferentes tipos de Caatinga estendem-se também por regiões mais altas e de relevo variado, e incluem a caatinga arbustiva a arbórea, a mata seca e a mata úmida, o carrasco e as formações abertas com domínio de cactáceas e bromeliáceas, dentre outros (Santos et al., 2010). A precipitação pode variar de menos de 300 mm a 800 mm nas ilhas úmidas (Araújo et al., 2019; Andrade et al., 2020).

Os solos formam um grande mosaico dos mais variados tipos, com características diferenciadas mesmo dentro de curtas distâncias, apresentam na maioria das vezes boa composição química, apesar de restrições influenciadas pela presença de solos jovens, pedregosos e características relacionadas à topografia, drenagem, baixa capacidade de retenção de água e profundidade (Sampaio, 1995; Andrade et al., 2010; Andrade et al., 2020).

Menezes et al. (2012) apontam que os solos são deficientes em nutrientes, principalmente N e P. As concentrações médias de P e C total do solo na camada até

20 cm são de 196 mg kg⁻¹ e 9,3 g kg⁻¹, o que corresponde a estoques de C em torno de 23 Mg ha⁻¹. A fixação biológica de N₂ atmosférico pode variar de 3 a 26 kg N ha⁻¹.

Ribeiro et al. (2016) verificaram que as emissões de gases de efeito estufa não diferiram entre o solo de Caatinga e de pastagem de *Brachiaria* ssp no Semiárido. As emissões de N₂O variaram de -1,0 a 4,2 e -1,22 a 3,4 mg m⁻² d⁻¹ na pastagem e na Caatinga, respectivamente. O dióxido de carbono variou de -1,1 a 14,1 e 1,2 a 15,8 g m m⁻² d⁻¹ na pastagem e na Caatinga, respectivamente. A emissão de metano variou de 6,6 a 6,8 e -6,0 a 4,8 mg m⁻² d⁻¹ na pastagem e na Caatinga, respectivamente.

Aspectos morfológicos e quantitativos da vegetação

Uma das características desenvolvidas pelas plantas da Caatinga como estratégia adaptativa é a presença de folhas pequenas e espessas como adaptação à intensa evapotranspiração (Barros e Soares, 2013), além de espinhos e/ou acúleos, que protegem as plantas principalmente contra herbívoros. No entanto, sempre que possível a utilização de espécies sem espinhos ou acúleos facilitará a colheita e o consumo pelos animais (Santos et al., 2010). Por outro lado, muitas vezes a presença destas estruturas está relacionada ao vigor e adaptação das plantas. Neste sentido, Bakke et al. (2007) verificaram que plantas de Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.) com espinhos produziram mais do que plantas sem espinhos, sob condições de cultivo adensado (1 m x 1 m).

A densidade de plantas tem relação com a massa de forragem presente, varia acentuadamente, principalmente conforme a época do ano, precipitação, pressão de pastejo, densidade, método de manipulação, método de avaliação, entre outros fatores (Santos et al., 2010). Deve ser considerada também a presença de elevado número de indivíduos jovens, conforme observado por Albuquerque et al. (2008) que encontraram 3,38 plantas/m² (altura < 0,5m) em Caatinga sob diferentes intensidades de pastejo. Vale ressaltar ainda que apenas uma proporção das plantas presentes na Caatinga possui valor forrageiro e que, parte da biomassa produzida é de baixo valor nutritivo e está pouco disponível para o animal, devido ao porte elevado de algumas plantas.

Moreira et al. (2006), mensurando o estrato arbóreo da Caatinga, no município de Serra Talhada-PE, observaram um total de 1.390 indivíduos ha⁻¹. Nos municípios de Boa Vista e Monteiro na Paraíba, Barbosa et al. (2020) encontraram 3.526, 3.600 e 3.501 indivíduos ha⁻¹, para árvores e arbustos, respectivamente.

Segundo Pereira Filho et al. (2013), durante a estação das chuvas, a maior parte da forragem está disponível no estrato herbáceo, com baixa participação da folhagem de árvores e arbustos, no entanto, à medida que a estação seca se pronuncia, a folhagem das espécies lenhosas passa a constituir a principal fonte de forragem para os animais. Oliveira et al. (2015) observaram em Caatinga raleada na região de Serra Talhada – PE que a massa de forragem total variou de 422 ± 42 a 1.262 ± 95 kg MS ha⁻¹ nos meses de janeiro/2011 a janeiro/2012, o que está associado principalmente pela variação na distribuição e ocorrência de precipitação.

Ydoyaga-Santana et al. (2010) observaram redução da massa de forragem e mudança da composição botânica de uma Caatinga manipulada pelo desmatamento e enriquecimento com Capim-buffel e capim-corrente a mais de 20 anos (Tabela 1). O componente herbáceo apresentou massa de forragem significativa, em relação à massa total.

Tabela 1. Massa de forragem e composição botânica da caatinga pasteja por bovinos, no período chuvoso do ano, Serra Talhada-PE

Componente / Nome Vulgar	Nome científico	Massa de forragem (kg MS ha ⁻¹)		Composição botânica (% em peso)	
		Fevereiro	Julho	Fevereiro	Julho
Herbáceo					
Capim-buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	1885	196	29	25
Capim-corrente	<i>Urochloa trichopus</i> Stapf	521	54	8	7
Malva	<i>Pavonia cancelata</i> Cav	804	85	13	11
Pimenta d'água	<i>Phyllanthus</i> sp	367	42	6	5
Jitirana	<i>Ipomoea</i> sp	722	72	11	9
Orelha de onça	<i>Macroptilium martii</i> Benth	225	30	4	4
Outras Espécies		1930	303	30	39
Total		6454	782	100	100
Arbóreo-Arbustivo					
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud	551	56	14	15
Marmeleiro	<i>Croton sonderianus</i> Muell. Arg	895	104	25	28
Jurema preta	<i>Mimosa</i> sp	415	41	12	11
Angico manso	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> Benth	143	19	4	5
Imburama	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) Gillett	170	11	5	3
Pereiro	<i>Aspydosperma pyrifolium</i> Mart.	19	3,6	1	1
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.	87	8,2	3	2
Outras Espécies		1214	135	36	35
Total		3495	378	100	100

Fonte: Ydoyaga-Santana et al. (2011).

A manipulação da Caatinga para fins pastoris, assim como a formação de pastagens cultivadas, constitui importante prática de manejo para incrementar a produção de forragem, intensificar o pastejo, aumentar a capacidade suporte no Semiárido e contribuir para preservação da pastagem nativa (Muir et al., 2019).

Araújo Filho et al. (2002a) observaram maior fitomassa da parte aérea do estrato herbáceo, no fim da época das chuvas, nas áreas sob raleamento, em relação às rebaixadas, observando-se maiores valores de fitomassa nos anos de maior pluviosidade, com valores de 3.088,2 a 2.590,8 kg de MS/ha para rebaixamento e raleamento e grande variação do efeito ano, com 3.831,2 e 1.486,3 kg de MS/ha para 1983 e 1981, respectivamente.

O capim-de-raiz (*Chloris orthonoton* Doell), o capim-milhã [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc] e a orelha de onça [*Macroptilium martii* (Benth.) Maréchal & Baudet] são espécies nativas herbáceas que ocorrem em áreas de Caatinga e de pastagens do Agreste e Sertão de Pernambuco, as quais constituem importante fonte de forragem para alimentação dos animais (Tabela 2), estando sua proporção na pastagem influenciada pela época do ano e manejo da pastagem (Santos et al., 2010).

Tabela 2. Produção de matéria seca de plantas nativas ou naturalizadas herbáceas da Caatinga

Características	Capim-de-raiz	Orelha de onça	Capim-milhã	Jitirana	Malva branca
Produção de MS (kg ha ⁻¹)	1.357	1.191	2.574	722	439,5
Altura de corte	Rente ao solo	5 cm	Rente ao solo	Rente ao solo	Rente ao solo
Período de diferimento (dias)	90	270	120	60	120
Fonte	Fernandes et al. (1983)	Santos et al. (2005)	Silva (2010)	Ydoyaga-Santana et al. (2011)	Moreira et al. (2007)

Plantas da Caatinga sob Cultivo

O cultivo de espécies nativas da Caatinga é uma importante alternativa para se elevar a quantidade de forragem para alimentação animal, principalmente pelo aspecto de serem plantas ecologicamente adaptadas. Entretanto, vale ressaltar que plantas nativas da Caatinga, quando em cultivo, provavelmente apresentarão problemas de pragas e doenças maiores do que quando cultivadas no ecossistema original, com a diversidade e controle biológico natural (Santos et al., 2010).

Algumas iniciativas foram realizadas para o cultivo de algumas espécies nativas da Caatinga, se observando variações de produção de matéria seca, conforme a espécie vegetal (Tabela 3).

Tabela 3. Produção de matéria seca de plantas arbóreo-arbustivas nativas ou naturalizadas da Caatinga

Características	Maniçoba	Camaratuba	Jurema preta com espinho	Jureminha
Produção de MS (kg ha ⁻¹)	8.773,5	1832,8	2067 a 6467	1.221,1
Altura de corte (cm)	20	40	Folhas e ramos de até 10 mm	40
Espaçamento (m)	1,5 x 1,5	-	1 x 1	0,5 x 0,5
Idade (dias)	310	365	365	60
Fonte	Alencar et al. (2019)	Silva (1992)	Bakke et al. (2007)	Calado et al. (2016)

Em condições de cultivo, as espécies Mororó e Sabiá apresentaram massa de forragem semelhante a outras forrageiras exóticas, conforme observado por Silva et al. (2008). Alencar (2006), colhendo ramos de plantas de Sabiá com diâmetro ≤ 10 mm, observou produção média anual, considerando 187 árvores ha⁻¹, de 2,0 t MS ha⁻¹. Por outro lado, Caldas et al. (2010) observaram que a produção de forragem da espécie Sabiá não foi influenciada pelos períodos do ano, o que, segundo os autores, está associado, provavelmente, ao nível de umidade residual no solo, durante os meses referentes ao período seco, ter sido suficiente para manter as folhas e ramos de até 5 mm na planta.

Miranda (2013), estudando oito acessos de *Stylosanthes scabra* Vog. provenientes do município de Bom Jardim-PE, observaram precocidade na maioria dos acessos. A altura não apresentou diferença significativa entre os acessos, com valor médio de 62,23 cm. Já para o porte, foi observado valores entre 1,90 e 2,50, indicando que os acessos avaliados apresentaram porte médio. Ainda em condições de Pernambuco, Diniz et al. (2021) observaram em acessos de *Desmanthus* spp., que as características morfológicas não foram influenciadas pelas intensidades de corte, mas apresentaram características morfológicas desejáveis que os credenciam como promissores para seleções futuras, ou seja, o acesso 7G apresentou o maior número de folhas total (192,52), diferindo do acesso 6G (83,25) e para a relação folha/caule, o 7G se destacou com valores maior que 1. Queiroz et al. (2021) verificou em acessos de *Desmanthus* spp. redução na produção de folhas e caules em 64 e 51%, respectivamente, com o aumento do intervalo de suspensão hídrica. Além disso, observou-se média de largura das folhas de 5,31; 4,94; 5,03, respectivamente, para os acessos 43F, 89F e AusT, sendo maior a largura das folhas obtidas na suspensão hídrica de 21 dias, sendo o último acesso o mais indicado para cultivo sob suspensão hídrica de até 21 dias, apresentando relação folha/caule de 2,74 nestas condições.

Propagação de plantas nativas

A forma de propagação de plantas nativas da Caatinga é um aspecto importante na avaliação do seu potencial de utilização (Dutra et al., 2012; Vêras et al., 2018). A propagação vegetativa é uma forma de produzir indivíduos com ausência de espinhos e acúleos. A espécie Sabiá com ausência de acúleos é mais recomendável para o uso como forrageira, promovendo maior seletividade (Lima et al., 2008), permitindo melhor circulação de animais e de seus tratadores e diminuindo os riscos de ferimentos (Santos et al., 2010).

Em trabalhos realizados com diferentes substratos, Lima et al. (2020) observaram baixa porcentagem de brotação das estacas de Mororó colhidas no período chuvoso e praticamente ausência de enraizamento, devido a tendência de crescimento mais intenso, com translocação/consumo dessas substâncias dos ramos. Entretanto, as estacas colhidas no período seco apresentaram maior porcentagem de brotação, indicando adaptação dessas plantas, e aumento da quantidade de reservas.

Vêras et al. (2018) observaram aumento gradual na porcentagem de estacas germinadas, brotações por estaca e enraizamento de 47,20% das estacas de Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), além disso, melhores respostas foram obtidas quando o material vegetativo foi coletado no período de transição, entre o fim da época seca e início da época chuvosa. Este período pode ser identificado quando as folhas da planta estão entre a dormência vegetativa e início da formação do botão, e o comprimento de estacas mais longo (20 cm) produziu respostas superiores, devido à maior quantidade de reservas.

Cactáceas Nativas

Algumas cactáceas nativas da Caatinga são utilizadas de forma emergencial e estratégica, a exemplo do mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & Rowle) e facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter) (Lucena et al., 2015; Furtado et al., 2016; Magalhães et al., 2019).

A ocorrência dessas espécies varia de local para local (Oliveira et al., 2020a), tendo sido encontradas nos municípios de Bananeiras e Campina Grande - PB, respectivamente, para Facheiro densidade absoluta de 83 e 140 indivíduos ha⁻¹ e para Mandacaru 70 e 112 indivíduos ha⁻¹. Araújo Filho (2002a), afirma que em zona de noites mais frias (médias das temperaturas mínimas = 18 °C) e com chuvas no período de março a agosto (período de menor evaporação), a densidade de Facheiro pode chegar em torno de 400 plantas ha⁻¹.

Vale ressaltar que, as cactáceas nativas apresentam baixa produtividade, quando comparadas, por exemplo, a palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*), cactácea nativa do México (Santos et al., 2010).

Fixação de Nitrogênio em Plantas Nativas

Tendo em vista a capacidade de fixação de N_2 atmosférico que grande parte das espécies de leguminosas possui, deve ser considerada a maior quantidade de proteína bruta na forragem (Dias et al., 2019) e contribuição potencial de algumas plantas para a manutenção da fertilidade do solo nesta região, via decomposição de raízes, nódulos e serrapilheira de leguminosas, e em menor extensão, exsudatos nitrogenados radiculares (Santos et al., 2014). No entanto, nem todas as leguminosas fixam N_2 e, dentre as que fixam, a proporção de N fixado varia amplamente (Boddey et al., 2000).

Freitas et al. (2010) estimaram o potencial de fixação biológica de algumas plantas arbustivo-arbóreas da caatinga utilizando a técnica de abundância natural de ^{15}N , com destaque para *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir, *M. arenosa* (Willd.) Poir e *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke. A contribuição da fixação biológica foi de até 68% do N da planta, todavia, a quantidade de N adicionada anualmente via biomassa foliar foi baixa, variando de 2,5 a 11,2 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, devido à baixa proporção de plantas fixadoras na composição botânica. Em situações de regeneração da vegetação nativa, onde a sucessão é dominada por espécies fixadoras, a fixação biológica de N_2 pode chegar a 130 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

Apolinário et al. (2015) observaram que a fixação biológica de nitrogênio em *Mimosa caesalpinifolia* Benth. variou de 30 a 121 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, na região de Itambé-PE, indicando o benefício da fixação biológica de nitrogênio desta leguminosa. Diniz et al. (2021) avaliaram dois acessos de *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung, oriundos do município Santa Cruz de Capibaribe-PE e oriundo da Austrália em condições da Zona da Mata de Pernambuco e observaram que a fixação biológica de nitrogênio variou de 61,94 a 93,11 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹.

Seletividade de animais em pastejo

Historicamente a Caatinga é utilizada pelos animais (Domingues, 1941; 1942). A seleção da planta ou parte dela pelo animal (Figura 2) é um indicativo primordial na avaliação do potencial forrageiro da espécie (Pereira Filho et al., 2013). Muitas

plantas da Caatinga apresentam espinhos e/ou acúleos, fato que afeta a preferência dos animais pelo pastejo dessas plantas, além de dificultar a colheita de estacas (Santos et al., 2010).



Figura 2. Seleção de parte de plantas da Caatinga por caprinos em pastejo – São João do Cariri – PB.

Fonte: Macêdo, I.M.

Acima de 80% da dieta total dos animais no período chuvoso é composta por gramíneas e dicotiledôneas herbáceas (Santos et al., 2010; Luna et al., 2018), enquanto as espécies perenes arbóreas e arbustivas tornam-se mais importantes na época seca, com uma contribuição de aproximadamente 50% da dieta total da dieta de pequenos ruminantes (Martinele et al., 2010; Pereira Filho et al., 2013).

Aliado à preferência alimentar dos animais, há o próprio ajuste dessa preferência de acordo com a massa de forragem e composição botânica da pastagem no momento da utilização da pastagem pelos animais (Santos et al., 2010). Peter (1992) observaram em Serra Talhada-PE participação de 19,6% de gramíneas na dieta de bovinos na época chuvosa, enquanto na época seca esta participação foi de 3,4%, para caprinos esta proporção foi de 5,3 e 0,3%. As espécies lenhosas possuem

participação mais expressiva, tanto na alimentação de bovinos, como de ovinos, respectivamente, na estação chuvosa 67,9; 88,4% e 72,2; 85,1% na época seca.

De maneira geral, a proporção de participação das espécies na dieta dos animais (Tabela 4) não segue a porcentagem com que as espécies aparecem na composição botânica da pastagem.

Tabela 4. Leguminosas observadas na dieta de animais em área de Caatinga, conforme o autor

Nome comum	Nome científico	Local	Espécie animal	Fonte
Herbáceo				
Anil de bode	<i>T. cinerea</i> (L.) Pers.	Serra Talhada-PE	Bovinos	Ydoyaga-Santana et al (2011)
Orelha de onça	<i>M. martii</i> (Benth.) Maréchal & Baudet	Serra Talhada-PE	Bovinos	Ydoyaga-Santana et al (2011)
Feijãozinho	<i>Centrosema</i> sp.	Sertânia – PE	Ovinos	Santos et al. (2008)
Erva de ovelha	<i>S. humilis</i>	Tauá – Ceará	Caprinos e Ovinos	Araújo Filho et al. (1996)
Malícia	<i>Mimosa sensitiva</i> L.	Serra Talhada	Ovinos	Oliveira et al. (2016)
Arbustivo/Arbóreo				
Jurema preta	<i>Mimosa</i> sp.	Serra Talhada-PE	Bovinos	Ydoyaga-Santana et al (2011)
Mororó	<i>B. cheillantha</i> (Bong.) D. Dietr.	Serra Talhada-PE	Bovinos	Ydoyaga-Santana et al (2011)
Catingueira	<i>C. pyramidalis</i> Tul.	Serra Talhada-PE	Bovinos	Moreira et al. (2006)
Pau ferro	<i>C. Mart.</i> Ex Tul.	Sertânia - PE	Ovinos	Santos et al. (2008)
Jureminha	<i>D. virgatus</i> L.	Sertânia - PE	Ovinos	Santos et al. (2008)
Amendoim-bravo	<i>A. pusilla</i>	Tauá – Ceará	Caprinos e Ovinos	Araújo Filho et al. (1996)
Catingueira	<i>C. pyramidalis</i> Tul.	São João do Cariri - PB	Caprinos	Formiga et al. (2020)
Mucunã	<i>Dioclea grandiflora</i> Benth	Serra Talhada - PE	Ovinos	Oliveira et al. (2016)
Anileira	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	Serra Talhada - PE	Ovinos	Oliveira et al. (2016)

Isto faz com que as características químicas da dieta selecionada pelos animais sejam, na maioria das vezes, diferentes da forragem disponível na pastagem. Além disso, a composição química da dieta de animais é influenciada pelo período de avaliação, obtendo resultados superiores no período chuvoso, que coincide

consequentemente com o período em que as espécies atingem maiores valores de produção de matéria seca.

Maciel (2016) observou aumento no teor de MS e diminuição do teor de PB da dieta nos meses sem precipitação pluvial em Sertânia-PE, principalmente na dieta dos ovinos, maiores dependentes do estrato herbáceo. Os teores de FDN variaram de 558 e 566 g kg⁻¹ no período seco a 639 e 652 g kg⁻¹ no período chuvoso para caprinos e ovinos, respectivamente. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca da dieta da espécie ovina foi significativamente superior à caprina no período seco, isto devido a menor produção das espécies do estrato arbustivo-arbóreo, causando maior consumo de serrapilheira pelos caprinos.

Moreira et al. (2006) e Ydoyaga-Santana et al. (2011) observaram na dieta de bovinos, expressiva presença de gramíneas (50%), da orelha de onça (20%) e do mororó (10%) (Tabela 5), sendo diminuída a participação das gramíneas na dieta, à medida que avançou o período chuvoso, ocorrendo o inverso com o Mororó (40%), evidenciando assim, a importância dessa leguminosa na alimentação de animais em área de Caatinga.

Tabela 5. Participação das espécies na dieta de bovinos, conforme o período de avaliação, Serra Talhada-PE

Nome vulgar	Nome científico	Período de avaliação		
		Maio	Junho	Julho
		(%)		
Anil de bode	<i>Tephrosia cinerea</i> (L.)Pers.	-	-	1,0
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.	-	-	4,4
Engana bobo	<i>Diodia teres</i> Walt.	4,6	5,3	1,1
Feijão bravo	<i>Capparis flexuosa</i> L.	-	-	1,4
Capim	Não identificado	55,0	47,1	41,8
Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	3,7	8,0	6,7
Jurema preta	<i>Mimosa SP</i>	2,3	-	6,5
Malva branca	<i>Pavonia cancelata</i> Cav.	1,7	3,6	5,3
Marmeleiro	<i>Croton sonderianus</i> Muell. Arg.	-	-	0,8
Moleque duro	<i>Cordia leucocephala</i> Moric	-	-	3,9
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	14,2	18,0	19,7
Não identificado	-	0,8	2,0	2,0
Orelha de onça	<i>Macroptilium martii</i> Benth.	16,0	16,0	5,4
Umbuzeiro	<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.	1,7	-	-

- não observado na dieta

Fonte: Ydoyaga-Santana et al. (2011).

Ressalta-se que os resultados obtidos por Moreira et al. (2006) e Ydoyaga-Santana et al. (2011) foram resultantes de pesquisas realizadas apenas no período chuvoso, e que, provavelmente, algumas espécies que participam da dieta, quando as folhas caem, no período seco, não foram observadas na dieta. Também é importante considerar a carência de metodologias eficientes de avaliação da dieta de animais, em uma pastagem bastante heterogênea como a Caatinga.

Durante o ano, há uma flutuação sazonal da produção de forragem nos diferentes estratos da Caatinga, o que leva aos animais mudarem seus padrões de seletividade (Martinele et al., 2010). À medida que a estação chuvosa avança, o componente herbáceo tende a ser o mais importante, porém, com o início da estação seca, este componente diminui sua participação na forragem disponível (Formiga et al., 2020).

Santos et al. (2008) observaram na extrusa de ovinos, em função dos meses do ano, em Sertânia-PE, 39 espécies, com participação média de 20 espécies por mês de coleta. Poaceas, *Herisanthia tiubae* K.Schum. Bri e *Sida galheirensis* Ulbr foram os componentes botânicos quantitativamente mais importantes da dieta selecionada pelos animais, em todas as épocas de coleta. *Ziziphus joazeiro* Mart. e *Capparis flexuosa* L. L. também estiveram presentes na extrusa, praticamente, durante todo o ano.

Oliveira et al. (2016) observaram na composição botânica da dieta de ovinos em Serra Talhada-PE, que predominaram “outras dicotiledôneas”, compreendendo 59,6% do total de matéria seca nas fezes, enquanto gramíneas (Poaceae) representou 30,5%, as Malvaceae, também dicotiledôneas, representaram 9,9% da composição da dieta. Durante a estação seca a prevalência de Malvaceae aumentou, devido à tolerância ao ambiente xerofítico, o que o tornou mais competitivo do que outras espécies menos tolerantes à seca.

Assim, percebe-se que os animais apresentam eficiência na seleção da dieta, não apenas na seleção de determinadas plantas em detrimento de outras, mas também em partes da mesma planta em função da época do ano. No entanto, com a redução da fitomassa pastejável em função do avançar da estação seca, a seletividade dos animais fica comprometida.

Valor nutritivo de plantas nativas

A compreensão sobre o uso adequado das espécies da Caatinga com potencial forrageiro passa obrigatoriamente pelo conhecimento da sua composição química,

então, a constituição em nutrientes e em compostos secundários das partes vegetais utilizadas para alimentação animal se somam a todo o conhecimento acumulado sobre o uso e as restrições de uso de algumas espécies.

A maioria dos estudos sobre as forrageiras da Caatinga encontrados na literatura diz respeito à composição química dessas espécies (Tabela 6). A análise isolada dos teores de proteína bruta sugere o potencial forrageiro de todas as espécies avaliadas, exceto gramíneas, é acima do nível de 70 g kg⁻¹ MS, considerado crítico em limitar o consumo de matéria seca e o desempenho animal (Minson, 1990).

Tabela 6. Composição química de espécies forrageiras da Caatinga

Espécie	MS g kg ⁻¹ MN	MM	PB	EE	FDN	LIG*	CNF	CHO
Angico ¹	469	75	163	55	335	94	371	707
Aroeira ²	455	45	111	30	361	98	452	813
Catingueira ³	528	45	145	32	408	86	369	777
Faveleira ⁴	270	64	143	40	448	128	304	752
Feijão de rolinha ⁵	603	98	214	46	444	103	-	642
Jitirana ⁶	614	73	103	35	511	65	365	789
Juazeiro ⁷	484	84	150	10	486	109	269	755
Jurema preta ⁸	499	55	175	80	424	114	266	690
Maniçoba ⁹	223	68	208	102	359	97	263	622
Marmeleiro ¹⁰	428	75	131	17	440	67	335	777
Mororó ¹¹	474	37	115	38	607	154	203	810
Pereiro ¹²	471	115	114	29	395	121	-	732
Rapadura de cavalo ¹³	877	75	200	34	319	38	-	691
Sabiá ¹⁴	436	44	124	42	594	157	196	789
Umburana ¹⁵	336	87	127	13	429	91	329	773
Umbuzeiro ¹⁶	298	54	92	19	521	206	314	555

¹*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan; ²*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.; ³*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz; ⁴*Cnidoscolus phyllacanthus* Muell. Arg. Pax. Et K. Hoffman; ⁵*Rhyncosia minima* (L.) DC.; ⁶*Merremia aegyptia* (L.) Urban; ⁷*Ziziphus joazeiro* Mart.; ⁸*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret; ⁹*Manihot pseudoglaziovii* Pax & Hoffman; ¹⁰*Croton blanchetianus* Baill.; ¹¹*Bauhinia cheilanta* Bong. Steud.; ¹²*Aspidosperma pyriforme* Mart.; ¹³*Desmodium tortuosum* (Sw.) DC.; ¹⁴*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.; ¹⁵*Bursera leptophloeos* (Mart.) Engl.; ¹⁶*Spondias tuberosa* Arruda Cam.; *Lignina em detergente ácido.

Fonte: dados compilados de Moreira et al. (2006), Silva et al. (2015), Souza (2015), Santos et al. (2017), Oliveira et al. (2018), França et al. (2020) e Oliveira et al. (2020b).

Moura et al. (2021) encontraram na vegetação herbácea menor teor de PB de 67 g kg⁻¹ MS, representando aproximadamente metade da média encontrada na vegetação arbustiva-arbórea (139 g kg⁻¹ MS). Os conteúdos de carboidratos totais, fibra em detergente neutro e ácido e hemicelulose foi maior na vegetação herbácea, no entanto, o teor de lignina foi maior na vegetação arbustiva-arbórea. Os teores de carboidratos não estruturais na vegetação arbustiva-arbórea era mais que o dobro (429 g kg⁻¹ de MS) do que a média encontrada na vegetação herbácea (189 g kg⁻¹ MS). Os resultados encontrados foram explicados pelos autores em função da presença e predominância de espécies C₃ e leguminosas (por exemplo, *Bauhinia cheilantha*), e o estrato herbáceo foi dominado por gramíneas C₄.

Ydoyaga-Santana et al. (2011) mencionaram os altos teores de taninos e lignina, como prováveis limitantes ao desempenho de bovinos em Caatinga no período chuvoso, pela capacidade de complexação e indisponibilização do nitrogênio disponível, ainda que os teores de PB das forrageiras não tenham sido considerados limitantes pelos autores. Assim, observa-se que o balanceamento de dietas pautado apenas nos teores de PB, sem o devido conhecimento das frações disponíveis, pode resultar em desempenho animal inferior ao desejado.

As frações dos compostos nitrogenados e dos carboidratos (Tabela 7) possibilitam estimar as proporções degradáveis, potencialmente degradáveis e não degradáveis no rúmen e pós-rúmen (Santos et al., 2017). Porém fatores relativos às espécies forrageiras, ao ambiente ruminal, ao efeito associativo entre forrageiras e aos animais possam afetar a extensão e a taxa de degradação dos nutrientes.

Tabela 7. Frações da proteína e dos carboidratos de espécies forrageiras da Caatinga

Espécie	g kg ⁻¹ PB				g kg ⁻¹ CHO		
	A	B1 + B2	B3	C	A + B1	B2	C
Aroeira ¹	14	212	376	398	556	149	295
Catingueira ²	127	481	128	264	474	133	393
Faveira ³	376	434	38	153	405	167	428
Juazeiro ⁴	110	205	318	367	357	153	490
Jurema preta ⁵	29	134	435	402	385	72	543
Maniçoba ⁶	340	359	121	180	401	473	125
Mororó ⁷	77	394	136	393	232	508	260
Sabiá ⁸	128	306	134	432	229	501	270
Umbuzeiro ⁹	34	153	231	581	377	69	555

¹*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.; ²*Poincianella bracteosa* (Tull.) L. P. Queiroz; ³*Cnidioscolus phyllacanthus* Muell. Arg. Pax. Et K. Hoffman; ⁴*Ziziphus joazeiro* Mart.; ⁵*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiré; ⁶*Manihot pseudoglaziovii* Pax & Hoffman; ⁷*Bauhinia cheilanta* Bong. Steud.; ⁸*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.; ⁹*Spondia tuberosa* Arruda Cam.

Fonte: Santos et al. (2017) e Oliveira et al. (2020b).

Os baixos coeficientes de digestibilidade observados em algumas espécies forrageiras (Tabela 8), são consequência da alta proporção da proteína bruta indisponível, por vezes associada à alta proporção da fibra indisponível e aos compostos secundários (CS) de natureza fenólica. Além destes, diversas outras classes de CS são produzidas por algumas plantas da Caatinga com potencial forrageiro, tais como, alcalóides, flavonóides, triterpenos, cumarinas, saponinas e óleos essenciais.

Tabela 8. Digestibilidade, degradabilidade e teor de taninos condensados em espécies da Caatinga

Espécie	DIVMS ¹	DAMO ²	DP ³	TC ⁴
Angico (<i>Anadenanthera macrocarpa</i>)	243	314	-	11,3
Aroeira (<i>Myracrodruon urundeuva</i>)	520	443	594	29,4
Catingueira (<i>Poincianella pyramidalis</i>)	356	397	572	59,1
Catingueira (<i>Poincianella bracteosa</i>)	516	386	605	0,8 – 4,2
Coroa de frade (<i>Melocactus bahiensis</i>)	866	-	838	-
Facheiro (<i>Pilosocereus pachycladus</i>)	721	-	618	-
Faveira (<i>Cnidocolus phyllacanthus</i>)	627	569	616	-
Juazeiro (<i>Ziziphus joazeiro</i>)	453	339	487	-
Jurema preta (<i>Mimosa tenuiflora</i>)	340	190	271	49 – 94,5
Mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i>)	797	-	857	-
Maniçoba (<i>Manihot pseudoglaziovii</i>)	791	530	-	3,0 – 20,1
Marmeleiro (<i>Croton blanchetianus</i>)	251	423	-	-
Mororó (<i>Bauhinia cheilanta</i>)	540	238	-	49,0
Pereiro (<i>Aspidosperma pyrifolium</i>)	310	-	-	-
Quipá (<i>Opuntia inamoene</i>)	733	-	688	-
Sabiá (<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>)	451	-	-	48 – 121,8
Umburana (<i>Bursera leptophloeos</i>)	322	294	-	-
Umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i>)	411	469	392	-
Xique-xique (<i>Pilosocereus gounellei</i>)	792	-	775	-

¹Digestibilidade *in vitro* da matéria seca; ²Digestibilidade aparente da matéria orgânica; ³Degradabilidade potencial; ⁴Taninos condensados (Equivalente grama de leucocianidina.kg⁻¹ MS).

Fonte: dados compilados de Moreira et al. (2006), Souza et al. (2013), Souza (2015), Chaves et al. (2016); Santos et al. (2017), Oliveira et al. (2018), França et al. (2020) e Oliveira et al. (2020b).

Para Santos et al. (2010), embora a avaliação da composição química e da digestibilidade *in vitro* sejam avanços importantes para a avaliação nutricional das forrageiras, ainda são necessários mais estudos em que sejam avaliados o consumo e o desempenho de animais alimentados exclusivamente com as espécies forrageiras da Caatinga. Sem esses, a real avaliação do valor nutritivo dessas forrageiras, seja na forma *in natura* ou conservada, fica comprometida.

Desempenho Animal

O desempenho animal em Caatinga é bastante variável (Figura 3), e tem relação direta com a proporção da presença de espécies forrageiras de maior qualidade e acessível aos animais, a qual é fortemente influenciada pelo efeito da distribuição de chuvas (Santos et al., 2010). Oliveira et al. (2015) observaram que a Caatinga nos primeiros meses do período seco permite ganho de peso animal em torno de $32 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$; $14,2 \text{ kg ha}^{-1}$ e $51 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$; $9,4 \text{ kg ha}^{-1}$ no período chuvoso. Além disso, são necessários manejos estratégicos, tais como a taxa de lotação animal utilizada considere as variações da oferta e qualidade da forragem para a busca da sustentabilidade na pecuária em área de Caatinga.

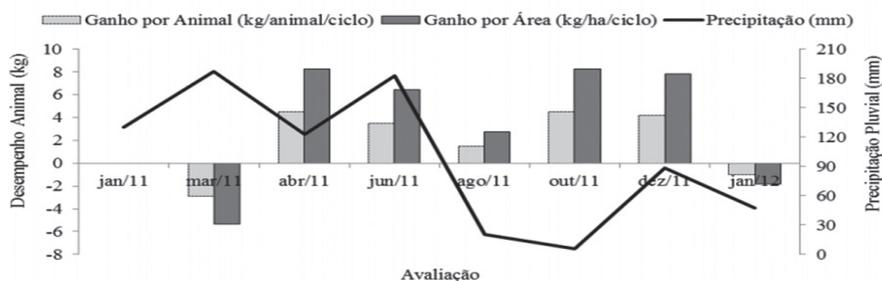


Figura 3. Desempenho animal ($\text{kg animal}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ e $\text{kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$) e precipitação pluvial (mm) em área de Caatinga raleada pastejada por ovinos, em diferentes períodos de avaliação, Serra Talhada (PE).

Fonte: Oliveira et al. (2015).

Maciel (2016) observou maiores médias de peso corporal no mês de junho para caprinos ($42,44 \text{ kg}$) e ovinos ($39,80 \text{ kg}$) sob pastejo na Caatinga, na região de Sertânia-PE, mês que antecedeu a maior precipitação acumulada (55 mm).

Dados de Araújo Filho et al. (2002a) mostraram que as secas periódicas reduzem o ganho de peso, principalmente dos bovinos, devido ao seu hábito alimentar e menor capacidade de seleção, enquanto os ovinos e caprinos apresentam ganho de peso diário ao longo do período (Tabela 9).

Tabela 9. Produção anual média de fitomassa pastejável (Pfito, kg ha⁻¹), capacidade de suporte (Csup, ha cab⁻¹ ano⁻¹), ganho de peso diário (GPA, kg) e produção de peso vivo (PPV, kg ha⁻¹ ano⁻¹) em uma Caatinga

Espécie animal	Pfito	Csup	GPA		PPV
			Chuva	Seca	
Nativa					
Bovino	4.000	10	375,5	-155,7	8
Caprino	4.000	2	36,1	14,9	9,3
Ovino	4.000	2	44	18,2	11,3
Rebaixada					
Bovino	4.000	5	405,8	-132,9	20
Caprino	4.000	0,7	54	27,8	42,6
Ovino	4.000	1	47,7	21	25,1
Raleada					
Bovino	8.000	3,5	621	-11,5	63,6
Caprino	8.000	0,5	57,7	26,8	61,7
Ovino	8.000	0,5	77,9	32	76,4
Enriquecida**					
Bovino	4.000	1,1	650	25	172
Caprino	4.000	10	47	18	120
Ovino	4.000	10	69	29	180

Adaptado de Araújo Filho et al. (2002a).

*Período do ano (chuvoso e seco).

**Caatinga enriquecida com capim-gramão e adubação fosfatada.

O ganho médio diário de novilhas em Caatinga manipulada no período chuvoso, segundo Ydoyaga-Santana et al. (2010), foi de 412 g, com aproximadamente 34,6 % de leguminosas compondo a dieta. Os autores afirmam que o desempenho observado nos animais a pasto deveu-se, provavelmente, a lotação de 6 ha UA⁻¹, permitindo aos animais maior capacidade de seleção.

A produção de leite de vacas alimentadas exclusivamente com a vegetação da Caatinga no período chuvoso do ano com uma lotação de 5 ha.cabeça⁻¹, segundo Moreira et al. (2007), foi de 5,3 kg.vaca.dia⁻¹, com 39,5% de leguminosas compondo a dieta dos animais.

Pinto Filho et al. (2019) avaliaram o desempenho, as características da carcaça e os componentes não carcaça de ovinos manejados com diferentes níveis de oferta

de forragem (2,0; 2,5; 3,0; 3,5 kg MS kg⁻¹ peso corporal (PC) em Caatinga manipulada e verificaram que: 1) a diminuição da oferta de forragem afetou a maturidade da planta e promoveu excesso de lignina; 2) A diminuição da oferta de forragem promovem menor ingestão de nutrientes; 3) A oferta de forragem adequada melhora o desempenho dos animais nas pastagens da Caatinga; 4) A oferta de forragem de 2,8 kg MS kg⁻¹ PV melhorou as características da carcaça de ovinos.

A produção animal em áreas de Caatinga pode ser maximizada através das práticas de conservação de forragens, feno ou silagem, do excedente de produção de espécies forrageiras da Caatinga no período chuvoso, conforme dados obtidos por Silva et al. (2020) que suplementaram caprinos sob pastejo em Caatinga na região de Sertânia-PE, e obtiveram ganho médio diário de 47,4; 54,6 e 55,5 g.dia⁻¹, respectivamente, para o tratamento sem suplementação, suplementação com feno de jitarana e suplementação com feno de mororó.

Além da manipulação e da suplementação seja ela volumosa, concentrada e mineral, como alternativa para melhorar o desempenho dos animais na Caatinga, pode-se também considerar o manejo como os sistemas CBL, SIPRO, SAF-Sobral, Sistema Nossa Senhora da Glória e de um modo geral os sistemas agrossilvipastoris com a finalidade de melhorar e/ou recuperar a vegetação de Caatinga com seus arranjos e formas de exploração, conforme a localidade e disponibilidade de recursos.

De maneira geral, em condições de Caatinga nativa, o desempenho animal é baixo (Lira et al., 1990), notadamente no período seco do ano. Estudos que mensurem detalhadamente as variações qualitativas e quantitativas das espécies que compõem o pasto, considerando os efeitos dos fatores físicos e temporais, são primordiais para o manejo de suplementação alimentar, com vistas à sustentabilidade de produção animal em áreas de pastagem nativa no Semiárido do Brasil (Santos et al., 2010).

A presença de compostos secundários nos vegetais presentes na dieta de ruminantes em pastejo na Caatinga promove modificações nas proporções teciduais da carne produzida, resultando assim em carnes com rendimento reduzido de gordura sem afetar o desempenho muscular, bem como modificação do perfil de ácidos graxos (Coelho et al., 2020; Alves Júnior et al., 2017).

Quanto ao perfil de ácidos graxos da carne de ruminantes em pastejo na Caatinga, Menezes Júnior et al. (2014) encontraram maior teor de ácidos graxos insaturados, como o ácido linoleico conjugado, na composição da carne produzida por ovinos alimentados em pasto nativo em Sobral-CE. Essas características são atributos desejáveis, uma vez que estes ácidos graxos possuem efetividade na prevenção de doenças cardiovasculares, pois aumentam as lipoproteínas de alta densidade (HDL) e diminuem as lipoproteínas de baixa densidade (LDL), tornando

um produto mais atraente ao consumidor e conseqüentemente possui maior valor agregado de mercado.

Vale ressaltar que a integração de áreas de cultivo de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) bem manejadas pode resultar em altas produções por unidade de área e aliviar a pressão sobre as pastagens nativas, promovendo a sustentabilidade dos sistemas de produção, atualmente praticados nas regiões Semiáridas (Dubeux Jr. et al., 2017).

Perspectivas

Ainda existe escassez de informações principalmente sobre o aspecto quantitativo de plantas da Caatinga, notadamente para o estrato herbáceo. A quantidade de forragem presente varia acentuadamente conforme época do ano, ações antrópicas e tipo de Caatinga.

Espécies índices devem ser identificadas, conforme o tipo de Caatinga. Deve-se identificar essas espécies de maior importância na dieta selecionada pelos animais, devendo-se, por ocasião do “batimento” dos pastos, serem preservadas, sendo ainda potenciais candidatas a um programa de domesticação.

Faz-se necessária uma avaliação mais profunda quanto a disponibilidade do nitrogênio das plantas da Caatinga, uma vez que parte deste nutriente pode estar ligado a parede celular (NIDA).

Estudos que mensurem as variações qualitativas e quantitativas das forrageiras nativas da Caatinga são primordiais para o manejo de suplementação alimentar, com vistas à sustentabilidade de produção animal em áreas de Caatinga, além de ganhos na preservação desse ecossistema.

Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, S.G.; SOARES, J.G.G.; GUIMARÃES FILHO, C. Effect of grazing by steers and a long drought on a caatinga ligneous stratum in semi-arid northeast, Brazil. **Revista Caatinga**, v.21, p.17-28, 2008.

ALENCAR, F. H. H. **Potencial forrageiro da espécie sabiá (*Mimosa Caesalpinifolia* benth.) e sua resistência a cupins subterrâneos**. 61 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande: UFCG, 2006.

ALENCAR, F.H.H.; SILVA, D.S.; ANDRADE, A.P. et al. Potential Forage of Manihot spp. Under the Effect of Cuts and Sources of Organic Fertilization. **Journal of Agricultural Science**, v.11, p.30-37, 2019.

ALVES JÚNIOR, R.T.; SOUZA, E.J.O.; MELO, A.A.S.; et al. Mesquite extract as phytogetic additive to improve the nutrition of sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.9, p.164-174, 2017.

ANDRADE, A. P. de; COSTA, R. G.; SANTOS, E. M. et al. Produção animal no semi-árido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.4, p.01-14, 2010.

ANDRADE, A.P.; SILVA, D.S.; BRUNO, R.L.A. et al. Temporal rainfall variability as inductor of the phenology of Brazilian semiarid species. **Australian Journal of Crop Science**, v.14, p.299-307, 2020.

ANDRADE, M.V.M.; ANDRADE, A.P.; SILVA, D.S. et al. Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato herbáceo e subarbustivo em áreas de caatinga no Cariri Paraibano. **Revista Caatinga**, v.22, p.229-237, 2009.

APOLINÁRIO, V.X.O.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; LIRA, M.A. et al. Tree legumes provide marketable wood and add nitrogen in warm-climate silvopasture systems. **Agronomy Journal**, v.107, p.1915-1921, 2015.

ARAÚJO FILHO, J.A.; GADELHA, A.G.; CRISPIM, S.M.A. et al. Pastoreio misto em caatinga manipulada no Sertão Cearense. **Revista Científica de Produção Animal**, v.4, p. 9-21, 2002a

ARAÚJO FILHO, J.A.; GADELHA, J.A.; LEITE, E.R.L. et al. Composição botânica e química da dieta de ovinos e caprinos em pastoreio combinado na Região dos Inhamuns, Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, p.383-395, 1996.

ARAÚJO, E.D.S.; MACHADO, C.C.C.; SOUZA, J.O.P. Considerações sobre as paisagens semiáridas e os enclaves subúmidos do nordeste seco – uma abordagem sistêmica. **Revista de Geografia**, v.36, p.128-146, 2019.

BAKKE, I.A.; BAKKE, O.A.; ANDRADE, A.P. et al. Forage yield and quality of a dense thorny and thornless “jurema-preta” stand. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.341-347, 2007.

BARBOSA, A.S.; ANDRADE, A.P.; FÉLIX, L.P. et al. Composição, similaridade e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de áreas de Caatinga. **Nativa**, v.8, p.314-322, 2020.

BARROS, I.O.; SOARES, A.A. Adaptações anatômicas em folhas de marmeleiro e velame da caatinga brasileira. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, p.192-198, 2013.

BODDEY, R.M.; PEOPLES, M.B.; PALMER, B. et al. Use of the ¹⁵N natural abundance technique to quantify biological nitrogen fixation by woody perennials. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.57, p. 235-270. 2000.

CALADO, T.B.; CUNHA, M.V.; TEIXEIRA, V.I. et al. Morphology and productivity of “jureminha” genotypes (*Desmanthus* spp.) under diferente cutting intensities. **Revista Caatinga**, v.29, p.742-752, 2016.

CALDAS, G.G.; SANTOS, M.V.F.; LIRA JUNIOR, M.A. et al. Caracterização morfológica e composição química de plantas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth submetidas à fertilização fosfatada, em diferentes épocas do ano. **Archivos de Zootecnia**, v.59, p.529-538, 2010.

CHAVES, T.P.; FERNANDES, F.H.A.; SANTANA, C.P. et al. Evaluation of the interaction between the *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz extract and antimicrobials using biological and analytical models. **Plos One**, v.11, e0155532, 2016.

COELHO, E.R.; CUNHA, M.V.; SANTOS, M.V.F. et al. Phytogetic additive to improve nutrient digestibility, carcass traits and meat quality in sheep finished on rangeland. **Livestock Science**, v.241, p.104268, 2020.

DIAS, S.M.; ANDRADE, A.P.; SOUZA, A.P. et al. Morphophysiology of rhizobia isolated from native forage of fabaceae of the caatinga. **Revista Caatinga**, v.32, p.904-914, 2019.

DINIZ, W.P.S.; SANTOS, M.V.F.; VÉRAS, A.S.C. et al. Morphological, productive, and nutritional characterization of *Desmanthus* spp. accessions under different cutting intensities. **Agroforestry Systems**, v.95, p.1-11, 2021.

DOMINGUES, O. 1941. A pecuária cearense e seu melhoramento, Rio de Janeiro, Ed. Oficinas Gráficas Alba. 193p.

DOMINGUES, O. 1942. Síntese de um plano de estudos zootécnicos no Nordeste. In: **À margem da zootecnia (Estudos & Ensaios)**. Rio de Janeiro: Coleção Brasileira de Zootecnia, Alba. 190p.

DUTRA, T.R.; MASSAD, M.D.; SARMENTO, M.F.Q. et al. Ácido indolbutírico e substratos na alporquia de umbuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, p.424-429, 2012.

DUBEUX JR., J.C.B.; SOLLENBERGER, L.E.; MUIR, J.P. et al. Sustainable intensification of livestock production on pastures. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.25, p.97-111, 2017.

FERNANDES, A.P.M.; FARIAS I.; LIRA, M.A. et al. Efeito de diferentes períodos de diferimento sobre o pasto de capim-de-raiz (*Chloris orthoton* Doell). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS NATIVAS, 1., 1983, Olinda. **Anais...** IPA: Olinda, 1983. s.n.p.

FORMIGA, L.D.A.S.; PAULO, P.F.M.; CASSUCE, M.R. et al. Ingestive behavior and feeding preference of goats reared in degraded caatinga. **Ciência Animal Brasileira**, v.21, e-52435, 2020.

FRANÇA, A.A.; SILVA, D.S.; FECHINE, J.T. et al. Potential and restrictions of *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz as native forage in the Brazilian semi-arid region. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.42, e47460, 2020.

FREITAS, A.D.S.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SANTOS, C.E.R.S. et al. Biological nitrogen fixation in tree legumes of the Brazilian semi-arid caatinga. **Journal of Arid Environments**, v.74, p.344-349, 2010.

FURTADO, R.N.; CARNEIRO, M.S.S.; PEREIRA, E.S. et al. Intake, milk yield, and physiological parameters of lactating cows fed on diets containing different quantities of xiquexique (*Pilosocereus gounellei*). **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, p.483-494, 2016.

GIULIETTI, A. M.; CONCEIÇÃO, A.; QUEIROZ, L. P. Diversidade e caracterização das fanerógamas do semi-árido brasileiro. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2006. 488 p.

IBGE, 2017. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 04 de dezembro de 2020.

IBGE, 2019. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>> Acesso em 10 de dezembro de 2020.

IBGE/MMA, 2004. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/ Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>> Acesso em 14 de dezembro de 2020.

LEAL, I.R.; SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M. et al. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v.1, p.139-146, 2005.

LIMA, A.F.; LINS, M.M.; SOUZA, C.G. et al. Development, rooting and nodulation of mororó (*Bauhinia cheilantha*) cuttings harvested in different seasons. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v.8, p.35-39, 2020.

LIMA, I.C.A.R.; LIRA, M.A.; MELLO, A.C.L. et al. Avaliação de sabiazeiro (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) quanto a acúleos e preferência por bovinos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, p.289-294, 2008.

LIRA, M.A.; FARIAS, I.; SANTOS, M.V.F. Alimentação de bovinos no Nordeste - Experimentação com forrageiras e pastagens. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTACAO DE RUMINANTES, 3., 1990, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SNAR, 1990. p. 108-133.

LUCENA, C.M.; CARVALHO, T.K.N.; RIBEIRO, J.E.S. et al. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. **Gaia Scientia**, v.9, p.77-90, 2015.

LUNA, R.G.; ANDRADE, A.P.; SOUTO, J.S. et al. Análise florística e fitossociológica de quatro áreas de caatinga sob diferentes densidades de caprinos no Cariri Paraibano, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v.5, p.191-229, 2018.

MACIEL, M.V. **Monitoramento nutricional da dieta de pequenos ruminantes utilizando espectroscopia da reflectância do infravermelho próximo (NIRS) no Sertão de Pernambuco**. 135p. (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife: UFRPE, 2016.

MAGALHÃES, A.L.R.; TEODORO, A.L.; GOIS, G.C. et al. Chemical and mineral composition, kinetics of degradation, and *in vitro* gas production of native cactus. **Journal of Agricultural Studies**, v.7, p.119-137, 2019.

MARTINELE, I.; SANTOS, G.R.A.; MATOS, D.S. et al. Diet botanical composition and rumen protozoa of sheep in brazilian semi-arid area. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 169-175, 2010.

MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; GIONGO, V. et al. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**, v.72, p.643-653, 2012.

MENEZES JUNIOR, E.L.; BATISTA, A.S.M.; LANDIM, A.V. et al. Qualidade da carne de ovinos de diferentes raças de reprodutores terminados sob dois sistemas de produção. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, p.517-527, 2014.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego, Academic Press, 1990. 483p.

MIRANDA, S.B. **Divergências morfológicas em *Stylosanthes* spp. Ocorrentes em Pernambuco**. 56p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife: UFRPE, 2013.

MOREIRA, J.L.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. Consumo e desempenho de vacas guzerá e girolando na caatinga do sertão pernambucano. **Revista Caatinga**, v.20, p.13-21, 2007.

MOREIRA, J.N.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1643-1651, 2006.

MOURA, J.G.; CUNHA, M.V.; SOUZA, E.J.O.; COELHO, J.J.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR, J.C.B.; MELLO, A.C.L. The vegetal stratum defined the forage bromatology more than the season in seasonal dry tropical forest rangelands. **Agroforestry Systems**, v.2021, p.1-13, 2021.

MOURA, J.W.S. **Disponibilidade e qualidade de pastos nativos e de capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) diferido no semiárido de Pernambuco**. 159 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural Pernambuco, Recife: UFRPE, 1987.

MUIR, J.P.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V. et al. Value of endemic legumes for livestock production on Caatinga rangelands. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, e5648, 2019.

OLIVEIRA, B.S.; PEREIRA, L.G.R.; AZEVÊDO, J.A.G. et al. *In vitro* screening of plants from the Brazilian Caatinga biome for methanogenic potential in ruminant nutrition. **Environmental Science and Pollution Research**, v.25, p.35538-35547, 2018.

OLIVEIRA, I.S.; SOUZA, V.C.; QUIRINO, Z.G.M. et al. Spatial distribution and population structure of *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi and *Cereus jamacaru* DC. subsp. *Jamacaru*. **Research, Society and Development**, v.9, e2469108466, 2020a.

OLIVEIRA, L.P.; MAGALHÃES, A.L.R.; TEODORO, A.L. et al. Chemical characteristics, degradation kinetics and gas production of arboreal species for ruminants. **Revista Ciência Agrônômica**, v.51, e20196707, 2020b.

OLIVEIRA, O.F.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V. et al. Botanical composition of Caatinga rangeland and diets selected by grazing sheep. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v.4, p.71-81, 2016.

OLIVEIRA, O.F.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V. et al. Características quantitativas e qualitativas de caatinga raleada sob pastejo de ovinos, Serra Talhada. **Revista Caatinga**, v.28, p.223-229, 2015.

PEREIRA FILHO, J.M.; SILVA, A.M.A.; CÉZAR, M.F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, p.77-90, 2013.

PETER, A.M.B. **Composição botânica e química da dieta de bovinos, caprinos e ovinos em pastejo associativo na Caatinga nativa do Semiárido de Pernambuco**. 86p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife: UFRPE, 1992.

PINTO FILHO, J.S.; CUNHA, M.V.; SOUZA, E.J.O. et al. Performance, carcass features, and non-carcass components of sheep grazed on Caatinga rangeland managed with different forage allowances. **Small Ruminant Research**, v.174, p.103-109, 2019.

QUEIROZ, I.V.; SANTOS, M.V.F.; MUIR, J.P. et al. Biomass and chemical responses of *Desmanthus spp.* accessions submitted to water deprivation. **Revista Caatinga**, v.34, p.937-944, 2021.

RIBEIRO, K.; SOUSA-NETO, E.R.; CARVALHO JÚNIOR, J.A. et al. Land cover changes and greenhouse gas emissions in two different soil covers in the Brazilian Caatinga. **Science of the Total Environment**, v. 571, p. 1048-1057, 2016.

SAMPAIO, E. V. S. B, E. Overview of the Brazilian Caatinga. In: Bullock, S. H; Mooney, H. A.; Medina. **Seasonally Dry Tropical Forests**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. Chapter 3, p.35-63. Disponível em: <<http://www.worldcat.org/title/seasonally-dry-tropical-forests/oclc/32271722/viewport>> Acesso em 10 Dezembro de 2020.

SANTOS, G.R.A.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A. et al. Determinação da Composição Botânica da Dieta de Ovinos em Pastejo na Caatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1876-1833, 2008.

SANTOS, G.R.A.; GUIM, A.; SANTOS, M.V.F. dos. et al. Caracterização do pasto de Capim-buffel diferido e da dieta de bovinos, durante o período seco no Sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.454-463, 2005.

SANTOS, K.C.; MAGALHÃES, A.L.R.; SILVA, D.K.A. et al. Nutritional potential of forage species found in Brazilian Semiarid region. **Livestock Science**, v.195, p.118-124, 2017.

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.204-215, 2010.

SANTOS, M.V.F.; SANTOS, R.J.C.; LIRA JÚNIOR, M.A. et al. Nitrogen fixation potential with *Macropodium* of native rhizobial populations in semi-arid Pernambuco, Brazil. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v.2, p.136-137, 2014.

SILVA, C.M.M.S. Avaliação da camaratuba no Semiárido nordestino. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1992. 22p. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 43).

SILVA, D.K.A.; CORDEIRO, F.S.B.; SILVA, E.C.L. et al. Intake, performance, carcass traits and meat quality of goats grazing in the Caatinga rangeland. **Semina: Ciências Agrárias**, v.41, p.1639-1652, 2020.

SILVA, D.L.S.; OLIVEIRA, K.P.; AROEIRA, L.J.M. et al. Chemical composition of Caatinga potential forages species. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.18, p.267-272, 2015.

SILVA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M.A et al. Produção de biomassa, aspectos morfológicos de leguminosas arbustivas na Zona da Mata Seca de Pernambuco. In: ZOOTEC, 2008. **Anais...** 2008. CD-ROM.

SILVA, M.G.S. **Dinâmica do Crescimento e Morfoanatomia de forrageiras nativas do semiárido brasileiro**. 100p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural Pernambuco, Recife: UFRPE, 2010.

SOUZA, L.V.S.; AZEVEDO, D.O.; CARVALHO, A.J.A. et al. Qualidade nutricional de plantas forrageiras de ocorrência natural na Caatinga. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, p.178-185, 2013.

SOUZA, M.A.; ARAUJO, K.D.; ANDRADE, A.P. et al. Phytosociological analysis of the tree-shrub component of the Caatinga, Alagoas, Brazil. **Principia**, v.47, p.153-159, 2019.

SOUZA, R.T.A. **Potencial taninífero da jurema preta e do angico vermelho avaliado por diferentes métodos**. 98p. Dissertação. (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife: UFRPE, 2015.

VÉRAS, M.L.M.; MENDONÇA, R.M.N.; SILVA, S.M. et al. Propagation of Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), a native plant to Brazilian semi-arid regions, using ethephon and indolebutyric acid (IBA). **Australian Journal of Crop Science**, v.12, p.602-609, 2018.

YDOYAGA-SANTANA, D.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. Caracterização da caatinga e da dieta de novilhos fistulados, na época chuvosa, no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.69-78, 2011.

YDOYAGA-SANTANA, D.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. Consumo e desempenho de novilhas das raças Girolando e Guzerá suplementadas na caatinga, época chuvosa, no semiárido de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2148-2154, 2010.

12

Alternativas de plantas forrageiras de inverno

Luís Fernando Glasenapp de Menezes¹

Magali Floriano da Silveira¹

Fernanda Bernardi Scheeren¹

Introdução

As espécies forrageiras de clima temperado são amplamente utilizadas no Sul do Brasil, uma vez que durante o período de inverno a limitação não é hídrica, como na maioria das demais regiões brasileiras, e sim de temperatura. As baixas temperaturas não permitem que as espécies tropicais sejam utilizadas durante esse período, visto que cessam seu crescimento e o excedente da pastagem (resíduo ou palhada) é perdido devido à alta umidade do ambiente. Com isso, os produtores devem lançar mão de uma suplementação alimentar durante este período, para que não haja perdas significativas de produtividade. No entanto, normalmente os suplementos utilizados são a base de grãos de cereais, o que gera um maior custo de produção. Para reduzir este custo a utilização de forrageiras de boa qualidade é uma alternativa, entre estas as que mais se destacam são as espécies de estação fria (forrageiras temperadas).

1 Universidade Federal Tecnológica do Paraná – Campus Dois Vizinhos (UTFPR – DV) luismenezes@utfpr.edu.br, magalisilveira@utfpr.edu.br e scheeren.fernanda@gmail.com

As espécies de clima temperado se caracterizam por apresentar alto valor nutritivo, de acordo com a média de várias literaturas consultadas a proteína bruta (PB) média está em torno de 190 g.kg⁻¹, a fibra em detergente neutro (FDN) 490g.kg⁻¹ e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de 810g.kg⁻¹, além disso, apresentando altos potenciais de ganhos de peso (GMD de 0,920 kg.dia⁻¹ – média de 13 publicações). Porém, a produtividade total (7 a 10 t de MS.ha⁻¹ – Aguinaga et al., 2008) é menor do que em espécies tropicais, que pode chegar a 40 t de MS.ha⁻¹ (Martuscello et al., 2009). Esta menor produtividade pode ser compensada utilizando-se técnicas como a suplementação e a consorciação de espécies, o que pode ocasionar aumento da capacidade da forrageira e elevação da produtividade por área.

A Aveia Preta (*Avena strigosa* Schreb) e o Azevém (*Lolium multiflorum* L.) são as espécies de estação fria mais exploradas para pastejo. Outras espécies são utilizadas em menor escala, como o Centeio (*Secale cereale* L.), Triticale (*X Triticosecale* Wittmack) e Aveia Branca (*Avena sativa* L.) no grupo das gramíneas. Já dentre as leguminosas estão os Trevos Branco (*Trifolium repens* L.), Vermelho (*Trifolium pratense* L.) e Vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi), Ervilhaca (*Vicia sativa* L.) e Alfafa (*Medicago sativa* L.). Estas pastagens podem ser implantadas como culturas solteiras ou consorciadas.

A consorciação é uma técnica muito empregada para aumentar o tempo de utilização da pastagem, uma vez que as espécies têm ciclos de produção diferentes e complementar uma à outra. O consórcio com leguminosas possibilita maior tempo de utilização das pastagens, além disso, melhora o valor nutritivo das mesmas, já que apresenta maior teor proteico. O desenvolvimento de novas cultivares, mais produtivas, de ciclo mais longo ou resistentes a determinadas doenças, é uma constante busca dos institutos de pesquisa do sul do Brasil.

A utilização das pastagens de clima temperado durante o inverno, no Sul do Brasil, tem papel fundamental na produção pecuária e nos sistemas produtivos, os quais estão cada vez mais migrando para sistemas integrados de produção. Além da pecuária tradicional, áreas de integração lavoura-pecuária estão sendo empregadas em maior escala, estas se caracterizam pelo cultivo de grãos durante o verão (milho ou soja, em sua grande maioria) e a utilização de pastagens temperadas no período subsequente. O componente animal, neste sistema, possibilita uma maior ciclagem de nutrientes e maior produtividade por área (Aguinaga et al., 2006).

Outras regiões do Brasil podem lançar mão da utilização de espécies de clima temperado, utilizando a técnica da sobressemeadura em áreas de pastagem tropical. No entanto, as forrageiras de clima temperado exigem temperaturas ótimas de 20 a 25°C, e temperaturas máximas de 35 °C (Córdova & Flaresso, 2015), além

de umidade para o seu pleno desenvolvimento. Portanto, regiões que apresentam temperaturas amenas, como regiões com maior altitude, e inverno chuvoso ou em áreas irrigadas são propícias para a utilização de forrageiras de clima temperado.

Neste sentido, será abordado, neste capítulo, as espécies de clima temperado, assim como alternativas de utilização destas para o incremento na produtividade da pecuária nacional.

Forrageiras anuais de inverno

As forrageiras de clima temperado têm como características a adaptação a climas mais frios, com maior ou menor tolerância ao calor e seca, dependendo da espécie e/ou cultivar, alta qualidade de forragem, alta exigência em fertilidade do solo e menos exigentes em horas luz (Córdova & Flaresso, 2015). Entre essas forrageiras há as gramíneas e as leguminosas, que devem ser utilizadas em consórcio quando em sistemas de produção. A seguir serão descritas as características das espécies mais utilizadas.

Aveia preta (*Avena strigosa* Schreb)

A Aveia Preta é classificada como uma gramínea anual de estação fria, pertencente à família Poaceae e gênero *Avena*. É originária da Ásia Menor, e se espalhou para a Europa Central. Devido ao melhoramento genético e a variabilidade genética existente, a Aveia atualmente é um cereal encontrado em todos os continentes. É uma espécie diploide, sendo utilizada para cobertura de solo, corte, pastejo e ensilagem. Possui ciclo produtivo mais curto, e por isso é mais precoce que as demais espécies.

É uma gramínea de hábito de crescimento cespitoso, que possui um sistema radicular fasciculado, com raízes seminais e adventícias; colmos eretos, cilíndricos, glabros e divididos em nós e entrenós. As folhas possuem duas partes: a bainha, que é a parte inferior, que envolve o entrenó, e as lâminas foliares que podem apresentar de 14 a 40 cm de comprimento e 5,5 a 22,0 mm de largura (Floss, 1988). As folhas são desprovidas de aurícula e possuem lígula bem desenvolvida, o que distingue a Aveia dos outros cereais, e são alternadas em duas filas ao longo do colmo. A inflorescência é do tipo panícula piramidal, terminal e aberta, com espiguetas com dois a três grãos. A altura das plantas varia entre 0,7 a 1,5 m.

A Aveia Preta, assim como as demais espécies de Aveia, gramíneas e leguminosas temperadas, fixam e reduzem o CO_2 a carboidratos através do Ciclo Calvin-Benson. Uma molécula de CO_2 é fixada no mesófilo foliar através da combinação com uma molécula de Ribulose-difosfato (RUDP), através da enzima Ribulose-difosfato carboxilase, para produzir duas moléculas do ácido 3-fosfoglicérico (PGA), por isso são denominadas C3, pois o primeiro produto estável desse processo é uma molécula de três carbonos. Devido a isto, as produções de forragem, nestas espécies, normalmente não ultrapassam 10 t de MS ha^{-1} , e também apresentam parede celular mais fina e maior conteúdo de mesófilo, o que lhes conferem maior digestibilidade e teor proteico.

A semeadura da Aveia Preta ocorre nos meses de março a julho, com uma densidade de sementes 80 a 100 kg de sementes por hectare (Córdova & Flaresso, 2015). A semeadura deve ser realizada de preferência em linha, desta forma, garantindo distribuição e profundidade mais uniforme das sementes. O espaçamento entre linhas varia de 17 a 20 cm para a produção de grãos, forragem ou adubação verde e cobertura.

A profundidade de semeadura recomendada é entre 2 a 4 cm, em profundidades maiores há possibilidade de sementes com vigor baixo e com poucas reservas não emergirem e também é maior o tempo para a completa emergência das plântulas, reduzindo o perfilhamento. A semente de Aveia requer o enterrio, desta forma, o estabelecimento se dá de maneira direta, utilizando-se os equipamentos adequados.

O manejo inicial deve ser realizado adequadamente para prolongar o período de utilização da forragem. Entre a sexta e oitava semana após a emergência, as plantas da Aveia estarão com 25 a 30 cm de altura e massa seca acumulada entre 700 a 1500 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de MS, podendo iniciar o pastejo. Aguinaga et al. (2006), manejando pasto de Aveia + Azevém com alturas variando de 10 a 40 cm, indicaram um valor ótimo de manejo da pastagem em torno de 25 cm de altura em método de pastejo com lotação contínua. Já para métodos de pastejo com lotação rotacionada as alturas preconizadas de entrada e saída dos animais deverá ser de 25 a 30 cm e 10 a 15 cm, respectivamente, permitindo assim rebrote mais rápido.

A produção de forragem varia entre 5 a 10 t de MS. ha^{-1} , dependendo da espécie ou cultivar e da adubação nitrogenada. Produção de forragem 6 t de MS. ha^{-1} , PB de 249 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, digestibilidade de 786 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, FDN de 515 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ e FDA de 265 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Restelatto et al., 2013).

Aveia Branca (*Avena Sativa* L.)

A Aveia Branca é classificada como uma gramínea anual de estação fria, pertencente à família Poaceae e ao gênero *Avena*. É originária da Ásia Menor, e se espalhou para a Europa Central. No mundo a área cultivada de Aveia corresponde ao sétimo lugar em relação a área de cultivo, já no cenário nacional, segundo a CONAB (2020), os estados brasileiros que se destacam na produção do grão são o Rio Grande do Sul com 298.8 mil hectares e o Paraná com 81.9 mil hectares.

As Aveias Branca e Amarela são consideradas de duplo propósito, pois apresentam boa produção de forragem e grãos, durante seu ciclo. Seu grão apresenta o dobro de peso comparado ao grão da Aveia Preta, o que lhe confere valor para alimentação humana e animal (Fontanelli et al., 2012).

A Aveia possui um sistema radicular fasciculado, com raízes seminais e adventícias, os colmos são eretos, cilíndricos, e divididos em nós e entrenós. A inflorescência é do tipo panícula piramidal, terminal e aberta, com espiguetas com dois a três grãos. O cultivo da Aveia Branca se destaca na produção de grãos e como cobertura vegetal em sistemas de plantio direto. A recomendação de plantio é semelhante à Aveia Preta, utilizando-se de 80 a 100 kg.ha⁻¹ de sementes, no consórcio pode ser utilizada densidade de 60 a 80 kg.ha⁻¹. Espaçamento entre linhas de 17 a 20 cm (Ferreira & Aquila, 2005). A época de semeadura vai de março a maio para a formação de pastagens, e de maio a julho para a produção de grãos (Castro et al., 2012).

As cultivares atuais da Aveia Branca se caracterizam por serem resistentes à ferrugem da folha, mas, mesmo assim, necessitam tratamento com fungicida para garantir desenvolvimento adequado. A ferrugem da folha, é a principal doença da Aveia, ocorrendo em todas as regiões do sul do Brasil, principalmente quando a umidade relativa está 100% (Deuner et al., 2014).

A produção de forragem varia entre 5 a 10 t de MS.ha⁻¹. Floss et al. (2007), estudando a Aveia branca cultivar UPF 7 submetida a diferentes épocas de corte, verificaram rendimento de MS.ha⁻¹ de 3.693 kg aos 70 dias após a emergência, e 9.151 kg aos 98 dias após a emergência. Quanto ao seu valor nutritivo, o teor proteico pode chegar a 220 g.kg⁻¹ PB e DIVMS de 751 g.kg⁻¹ (média entre 14 a 70 dias após a emergência – Floss et al. (2007)). Em relação ao manejo da Aveia Branca, este se assemelha as recomendações para a Aveia Preta, destacando que a Aveia Branca produz mais forragem a partir do segundo pastejo (Fontanelli et al., 2012).

Azevém (*Lolium multiflorum* Lam)

É uma planta forrageira nativa do sul da Europa, norte da África e oeste da Ásia (Nelson et al., 1997), e na região sul do Brasil foi introduzido pelos imigrantes italianos por volta de 1875 (Mittelmann et al., 2010). O gênero *Lolium* possui duas espécies, o Azevém Perene (*Lolium perene* L.) e o Azevém Anual (*Lolium multiflorum* Lam.). É uma espécie amplamente utilizada em todo o mundo devido a sua resistência ao pisoteio e ao pastejo, alto valor nutritivo, excelente palatabilidade, ressemeadura natural e fácil plantio, não necessitando enterrio da semente. Todos os azevéns são classificados em diploides (2n) e tetraploides (4n), sendo que a maioria dos produtores utiliza o Azevém diploide ou também conhecido como comum. Atualmente um maior número de produtores estão cultivando o Azevém tetraploide, pois apresentam maior produção de forragem, possuem folhas mais largas e coloração mais escura e sementes maiores.

O Azevém é uma gramínea anual, de hábito de crescimento cespitoso, podendo chegar a uma altura de 1,2 m. Os colmos são cilíndricos e eretos, divididos em nós e entrenós. A lâmina foliar é fina, brilhante e tenra, com 2 a 4 mm de largura. A lígula é curta e esbranquiçada. A inflorescência é uma espiga dística, ereta, com duas fileiras de espiguetas, contendo cerca de 40 espiguetas. O grão é uma cariopse, quando a semente está unida ao pericarpo.

O Azevém se adapta facilmente em quase todos os tipos de solo, prefere solos argilosos, baixos e úmidos ao invés de solos altos e secos. Temperatura ótima para o desenvolvimento do Azevém é 20°C, por isso seu desenvolvimento pleno é na primavera, não produzindo no inverno.

A época de semeadura do Azevém é entre março a junho. Pode ser estabelecido pelo sistema de plantio direto, porém a profundidade de semeadura não poderá ser superior a 1 cm, e pode ser estabelecido à lanço, sem a necessidade de cobrir a semente. Utiliza-se de 25 a 40 kg de semente em plantio solteiro e quando consorciado de 15 a 25 kg.ha⁻¹ de sementes. Na região Sul, pode ser semeado sobre a pastagem nativa em meados de maio, através da semeadura à lanço e enterrio da semente por meio do pisoteio dos animais. O Azevém é muito utilizado no consórcio com a Aveia Preta, mas outras combinações com o Centeio e Aveia Branca também são viáveis e uma vantagem destes consórcios é o prolongamento do uso do pasto, já que seus ciclos produtivos se complementam.

Após 40 a 60 dias da emergência, quando o Azevém apresentar entre 20 a 25 cm de altura e massa de forragem entre 1.500 a 2.000 kg, ha de MS, pode-se colocar os animais a pastorear.

Centeio (*Secale cereale* L.)

A origem do Centeio é a região do sudoeste da Ásia (De Mori et al., 2013). O Centeio foi considerado invasora em plantações de Trigo e Cevada, e assim foi se espalhando para o centro e norte da Europa. No Brasil, foi trazido pelos colonizadores europeus durante os séculos XIV e XX. O Centeio é utilizado na alimentação humana, para a fabricação de pães e biscoitos, bebidas alcoólicas, farinhas e entre outros. Na alimentação animal é uma espécie precoce que pode ser utilizada solteira ou consorciada. É uma forrageira menos palatável que Aveia e Azevém, porém é uma opção forrageira para o fornecimento de pasto antecipadamente, quando as demais forrageiras ainda não estão disponíveis.

É uma espécie anual, de hábito de crescimento cespitoso, altura variando entre 1,2 a 1,8 m. Possui colmos cilíndricos e glabros. As lâminas foliares são lineares, de coloração verde azulada e com lígula membranosa. Esta espécie caracteriza-se pelo crescimento inicial vigoroso, pela rusticidade, resistência ao frio, a seca e a acidez do solo (Baier, 1994). Suas raízes são profundas, o que lhe confere capacidade de absorver nutrientes que estão indisponíveis para outras espécies, e isto é visualizado pelo maior aproveitamento de água, chegando a produzir a mesma quantidade de massa seca com apenas 70% da água que o trigo requer (Fontaneli et al., 2012).

O Centeio se estabelece em quase todos os tipos de solo, desde os arenosos até os de alta fertilidade, mas não tolera solos encharcados. Dentre as forrageiras de inverno é o que mais requer frio, principalmente durante o perfilhamento. Bruckner & Rayner (1990), avaliando o Centeio no sul dos EUA, verificaram que a atividade fisiológica de crescimento inicia com temperatura a partir do 0°C.

A semeadura do Centeio inicia-se a partir de março até maio, utilizando uma densidade de semeadura entre 40 a 60 kg.ha⁻¹ de sementes. O Centeio pode ser utilizado para pastejo, forragem verde e fenação. A entrada dos animais na pastagem deve ser quando esta apresentar entre 25 e 30 cm, e em pastejos com lotação rotacionada à altura de saída dos animais não deve ser inferior a 10 cm. O Centeio tem uma produção de forragem variando conforme a espécie e as condições climáticas e nutricionais do solo, com valores variando de 4,0 t ha⁻¹ a 10,7 t ha⁻¹. Roso et al. (2000), avaliando o consórcio entre gramíneas temperadas, verificaram uma produção de forragem de 9,770 kg.ha⁻¹ de MS para o consórcio entre Centeio e Azevém.

O cultivar BRS Serrano recomendado para regiões com altitude acima de 1.100 m apresenta rusticidade e precocidade, pode ser pastejado após 40 a 50 dias após o plantio.

Triticale (*X Triticosecale* Wittmack)

É uma gramínea anual, temperada originária da hibridação entre o Trigo (*Triticum aestivum* L.) e o Centeio (*Secale cereale* L.), conferindo-lhe alto rendimento de grãos e qualidade nutricional do Trigo, e a rusticidade e eficiência do uso dos nutrientes do Centeio (Dennett et al., 2013). Na Alemanha em 1888, foi criado o primeiro híbrido viável, sendo que os países europeus foram os pioneiros na criação desta espécie. É utilizado para a alimentação animal, cobertura vegetal e adubação verde. Se assemelha morfológicamente as duas espécies que lhe deu origem, a planta, espiga e o grão são similares ao trigo. Apresenta hábito de crescimento cespitoso, com um bom perfilhamento.

Triticale é uma espécie rústica, resistente ao acamamento e tolerante à acidez do solo. Normalmente o Triticale é cultivado em áreas periféricas aos cultivos dos principais cereais, assim se desenvolveu em áreas com solos ácidos, regiões com clima semiárido e também altiplanos (Fontanelli et al., 2012). Na região sul do Brasil é um substituto ao cultivo do Trigo, pois apresenta boa produtividade, tratos culturais simples e é rústico (Brum et al., 2005).

A época do estabelecimento não difere das demais forrageiras de inverno, iniciando em março até meados de maio. A quantidade de semente é de 80 a 120 kg.ha⁻¹, semeador de preferência em linhas em uma profundidade de 2 a 3 cm e espaçamento entre linhas de 17 a 20 cm.

Roso et al. (2000) avaliaram a mistura de Triticale e Azevém e observaram produção média de MS de 9770 kg.ha⁻¹, esta mistura apresentou melhor distribuição na produção de forragem durante o período de pastejo em comparação com Aveia+Azevém ou Centeio + Azevém, além disso, o Triticale exibiu maior digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO). Estes resultados evidenciaram o excelente potencial do Triticale para ser usado como forrageira para a produção animal. Aliado aos bons resultados encontrados de digestibilidade estão os teores médios de PB_{MS}, estando na média por volta de 20%. Atualmente, existe no mercado cultivares de Triticale BRS Harmonia, IPR 111 e IPR Aimoré.

Ervilhaca (*Vicia sativa* L.)

De origem europeia, a Ervilhaca é uma planta herbácea de ciclo anual e se adapta a clima temperado e subtropical, porém é sensível ao frio. Possui hábito de crescimento trepador, é pouco resistente a secas prolongadas, embora tenha se adaptado a invernos rigorosos e secos (Calegari et al., 1992). Possui folhas paripenadas

com folíolos numerosos, pequenos e elípticos. Inflorescência em racemo auxiliar com 1 a 3 flores por axila (Silva, 2009).

A Ervilhaca, devido as suas características morfológicas, produz melhor quando consorciada, podendo esta técnica ser aplicada com Aveia, Azevém, Centeio, Tremoço, entre outras espécies. Segundo Henrichs (2001), trabalhando com Ervilhaca e Aveia, a produção de MS da ervilhaca foi maior no cultivo solteiro, com 2,73 t ha⁻¹ e decrescia à medida que aumentava a proporção da Aveia, chegando a produzir apenas 0,58 t ha⁻¹ no tratamento que continha 25 % de Ervilhaca e 75% de Aveia, mostrando a baixa competição da leguminosa.

Esta espécie mostra-se como uma eficiente planta para cobertura de solo e beneficia culturas de sucessão (Calegari et al., 1992), porque contribui para a redução da adubação nitrogenada devido a sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico pelas bactérias presentes em suas raízes, deixando-o disponível para a próxima cultura (SEPROTEC, 2011).

O emprego da ervilhaca, além de servir como uma boa cobertura de solo, é uma ótima forrageira para a alimentação animal. Sua forragem apresenta alto teor proteico e alta digestibilidade. Avaliando misturas de gramíneas, leguminosa e suplemento, Lisbinski et al. (2019) verificaram maior teor proteico no pasto de Aveia + Azevém + Ervilhaca (231 g.kg⁻¹ PB_{MS}) e DIVMS de 852 g.kg⁻¹.

Na região sul do Brasil a semeadura da Ervilhaca é indicada entre os meses de abril e maio. Época mais tardia favorece a produção de grãos em relação à produção de matéria verde. A produção de matéria verde está entre 20 a 28 t.ha⁻¹ e sua produção de matéria seca varia de 2 a 3 t.ha⁻¹ (Alcântara et al., 1992). A densidade de sementes é de 40 kg.ha⁻¹ em cultivos consorciados.

Seu ciclo é mais curto quando comparado ao da Ervilhaca Peluda, florescendo entre os 100 – 130 dias, neste sentido, o período de utilização para o pastejo é menor, pois este deve ser realizado antes do período de floração das plantas. Está forrageira apresenta pouca resistência ao pisoteio (SEPROTEC, 2011). Além disso, a rebrota é utilizada para produção de silagem, feno e até sementes. Outro ponto importante a respeito da Ervilhaca é o seu teor de proteína bruta que varia de 200 a 250 g.kg⁻¹.

Trevo Branco (*Trifolium repens* L.)

É uma leguminosa hibernal, com ciclo vegetativo anual/bianual ou até mesmo perene, dependendo das condições climáticas e de manejo. Este gênero apresenta mais de 250 espécies. Possui hábito de crescimento prostrado, estolonífero, cujos

estolões crescem vigorosamente rentes ao solo e formam raízes nos nós, quando o solo possui umidade.

A presença de estolões e rizomas são uma das razões para a elevada tolerância ao pastejo e persistência da espécie. Suas folhas são compostas por folíolos ovais e glabros, com margens denteadas e mancha esbranquiçada em forma de meia lua na face superior da folha. A inflorescência é um capítulo com muitas flores brancas ou rosadas. Cultivado em condições favoráveis, o Trevo-Branco é considerado uma planta perene e apresenta as maiores taxas de crescimento e de fixação de nitrogênio atmosférico, quando comparado a outros tipos de trevo. Pode fixar até 200 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹. Em anos cujo verão é seco, apresenta um comportamento de planta anual, podendo ser perenizado por ressemeadura natural.

Prefere solos argilosos e corrigidos, com boa fertilidade e umidade, não sendo tolerante a solos ácidos, salinos ou muito alcalinos. Pouco tolerante às altas temperaturas e reduzida precipitação. Seu crescimento é limitado em condições de frio ou calor extremos e seca. É razoavelmente tolerante à geada e ao sombreamento. A temperatura adequada para o crescimento está entre 20 e 25°C. É exigente em fósforo e para sua implantação é fundamental realizar inoculação. Embora muitas das sementes comerciais já venham inoculadas, atenção especial deve ser dada a esse processo durante o estabelecimento, principalmente em solos que não possuíam essa leguminosa. O estabelecimento é amplamente prejudicado em casos onde o procedimento de inoculação (rizóbio específico) não é realizado. Esta leguminosa é geralmente mais sensível do que as gramíneas às deficiências de fósforo e potássio e muito sensível à acidez do solo. Adapta-se bem em solos mais úmidos e persiste melhor que o trevo vermelho nestas condições. Condições de solo limitantes afetam a sobrevivências dos rizóbios e, conseqüentemente, interferem na produtividade dos trevos.

Os teores de Proteína Bruta variam de 180 a 250 g.kg⁻¹, digestibilidade de até 850 g.kg⁻¹ e produz até 25 t.ha⁻¹ de MV. Entre os cultivares disponíveis no Brasil destaca-se o Estanzuela Zapican (Uruguai) e BRS URS Entrevero (Embrapa). Ainda que em cultivo solteiro, o Trevo-Branco possa produzir entre 7 a 11 t.ha⁻¹ de MS, o seu principal objetivo deve ser a consorciação com gramíneas e até outras leguminosas. Nestas circunstâncias, a sua produção é reduzida devido à competição por água, luz e nutrientes, contribuindo, não raramente, com aproximadamente 25% (2.800 a 5.500 kg.ha⁻¹ de MS) da produção total de forragem, de misturas típicas de clima temperado.

A sementeira deve ser realizada de abril a junho, com densidade de 2 a 4 kg.ha⁻¹ de sementes, quando cultivada em consórcio com outras culturas, já quando em monocultura a densidade passa a ser de 4 a 5 kg.ha⁻¹ de sementes, em profundidade

máxima de 1 cm. Possui lento estabelecimento, mas atinge seu pico de produção na primavera. Dosséis puros dessa espécie não são comumente observados. Por se tratar de uma cultivar de alta produção com risco de timpanismo, é uma forrageira muito utilizada na pecuária de corte e leiteira, em sistemas intensivos consorciado com gramíneas e em sistemas de pastejo controlado (bancos de proteína). Consorcia-se bem com Azevém, Aveia, Pensacola (*Paspalum notatum* Flugge), Festuca (*Festuca* sp.) e Falaris (*Phalaris tuberosa*). Também é valorizada para uso sob lotação contínua, pois é adaptada para produzir sob condições de desfolhação intensa, incrementando o consumo e o teor de proteína da forragem colhida pelos animais.

O manejo de pastagens consorciadas com Trevo é dado pelo ponto de corte (recomendação de manejo) da gramínea, uma vez que mesmo em estágios de maturidade mais avançados, o valor nutritivo do Trevo branco é elevado. Em caso de associações com gramíneas de porte alto, os pastejos devem ser frequentes, evitando o sombreamento excessivo da leguminosa. O pastejo deverá ser iniciado quando as plantas estiverem 20 a 30 cm acima do solo, deixando as plantas com pelo menos 10 cm de altura para posterior rebrote. O pastejo deve ser iniciado quando as plantas formarem uma cobertura de solo uniforme.

Trevo Vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi)

O Trevo Vesiculoso é uma leguminosa anual de inverno, nativa das regiões sul e central da Europa, possui hábito de crescimento prostrado a semiereto, e seus folíolos possuem formato característico, afilado na ponta em forma de flecha. Essa espécie possui uma coroa, cujas gemas desenvolvem-se em novos ramos. Possui inflorescência cônica, com coloração inicialmente branca passando ao róseo. O período de florescimento se estende por um ou dois meses.

Seu período de crescimento se estende do inverno até a primavera, podendo produzir ainda durante o início do verão, e exige temperaturas abaixo de 15°C para um bom estabelecimento. Exige pH do solo de 6 a 7 e inoculação com rizóbios antes da semeadura. Assim como as demais leguminosas, suas sementes devem ser inoculadas com bactérias específicas, de modo a aproveitar o potencial de fixação biológica do nitrogênio atmosférico. Possui sementes duras, ou seja, elevada dormência de sementes (até 70% das sementes), característica que garante sua perenidade na área quando bem manejada e, portanto, a escarificação com água quente, lixa de papel ou ácido sulfúrico é necessária antes da semeadura. Possui elevada produção de forragem, até 9 t.ha⁻¹ de MS, com elevado valor nutritivo, com teores de PB variando

de 160 a 200 g.kg⁻¹ e DIVMS de 800 a 850 g.kg⁻¹, baixa ocorrência de timpanismo e excelente capacidade de ressemeadura natural. Apresenta alta produção de forragem na primavera, sendo mais tardio que os demais trevos. O Trevo Vesiculoso apresenta um estabelecimento lento e sua produção no primeiro ano normalmente é tardia, atingindo um maior crescimento nos meses de outubro e novembro. Durante o primeiro ano, para garantir um maior período de duração da pastagem, é recomendável permitir a ressemeadura natural, sobretudo quando for realizada a escarificação das sementes. Pode ser semeado do final do verão até o início do inverno, embora exija temperaturas abaixo de 15°C para um bom estabelecimento, sendo recomendado de 7 a 11 kg.ha⁻¹ de sementes e quando consorciado de 5 a 6 kg.ha⁻¹. A profundidade de semeadura recomendada é de 1 a 2 cm.

As cultivares recomendadas são a Yuchi (EUA) e Santa tecla, resultado de seleção natural de plantas provenientes de duas cultivares, na região de Bagé. Recentemente, a Embrapa Pecuária Sul, a Embrapa Clima Temperado, e a SULPASTO (Associação Sul-brasileira para o Fomento de Pesquisa em Forrageiras) lançaram uma nova cultivar, o Tervo Vesiculoso BRS PIQUETE. A cultivar de Trevo Vesiculoso BRS PIQUETE foi selecionada para produção de forragem, sendo recomendada para compor consórcios com gramíneas forrageiras de inverno, em áreas mais altas e bem drenadas de toda a região sul do Brasil. Indicado para fenação e formação de bancos de proteína, também pode ser utilizado em consórcio com Aveia, Azevém e em sobressemeadura em pastagens de *Cynodon* sp. As recomendações de manejo reportam cortes a cada 4 ou 6 semanas ou quando a pastagem atingir 30 cm de altura, deixando altura pós-pastejo/corte de 15 cm.

Aspectos de valor nutritivo, formas de utilização e desempenho animal

Espécies de clima temperado podem ser utilizadas como forrageiras conservadas (feno e silagem pré-secada) e pastejo, sendo essa última a mais utilizada. Esse tipo de pastagem apresenta uma capacidade de suporte média de 2,37 UA.ha⁻¹ (Tabela 1), muito inferior a capacidade de suporte das pastagens de clima tropical 4,2 UA.ha⁻¹ (Flores et al., 2008). Observa-se nas compilações de estudos constantes na Tabela 1 que a lotação variou de 1,45 a 3,60 UAs.ha⁻¹. Essa variação deve-se ao tipo de solo, nível de adubação e categoria animal utilizada em cada uma das pesquisas. Pastagens temperadas respondem muito bem a adubação nitrogenada. Lupatini et al. (2013) observaram incremento de 80,6 e 121,5% na capacidade de suporte da

pastagem, quando elevaram a adubação nitrogenada de 0 para 150 ou 300 kg de nitrogênio por hectare, isso refletiu no ganho por área, que se elevou de 335 kg para 641 e 865 kg de PV.ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 1. Desempenho animal, tempo de utilização (em dias), massa de forragem (kg MS.ha⁻¹) e lotação animal (UA.ha⁻¹) de bovinos mantidos em diferentes pastagens temperadas de acordo com diferentes autores

Referência	Pastagem	Tempo de pastejo	GMD	GPV kg.ha ⁻¹	MF	Lot. UA/ha
Roso & Restle, 2000	Az + Av Preta	183	0,68	726,3	1426	2,67
Roso & Restle, 2000	Az + Triticale	183	0,80	802,7	1623	2,56
Roso & Restle, 2000	Az + Centeio	168	0,77	753,9	1501	2,38
Fruet et al., 2018	Av Preta + Az + T. Branco + T. Vermelho	91	1,20	-	1330	1,48
Lisbinski et al., 2018	Av + Az + Ervilhaca	91	1,0	300,0	1325	3,04
Assmann et al., 2004	Av + Az + T. Branco	93	0,93	501,0	-	3,60
Rocha et al., 2003	Aveia + Azevém	133	0,73	534,2	1460	2,59
Rocha et al., 2003	Av + Az + T. Vesiculososo	133	0,79	485,4	1414	2,33
Canto et al., 1997	Aveia	102	1,41	274,0	845	1,84
Canto et al., 1997	Av + Ervilhaca	102	1,27	212,7	702	1,45
Canto et al., 1997	Av + Az + Ervilhaca	118	1,21	273,2	825	1,77
Menezes et al., 2012	Aveia Preta	76	0,51	175,9	1272	2,44
Hirai et al., 2015	Aveia Branca	61	0,680	128,0	842	2,64
Média		118	0,921	430,6	1.214	2,37

Az (Azevém), Av (Aveia), T. (Trevo). GMD = ganho de peso médio diário, kg/dia; GPV = ganho de peso por hectare; MF = massa de forragem, kg MS.ha⁻¹; Lot = lotação.

Apesar de uma capacidade de suporte limitada, em comparação às espécies tropicais, seu elevado valor nutritivo (Tabela 2) proporciona bons ganhos de peso individuais (média de 0,921 kg.dia⁻¹ – Tabela 1). Esses ganhos de peso individuais associados a pastagens bem manejadas podem resultar em bons ganhos de peso por área, em uma época em que, geralmente, os ganhos são baixos. Com 118 dias de utilização, em média, o ganho de peso total por área foi de 430,6 kg de peso vivo (Tabela 1). Isso representa mais de 14@, 3 vezes mais que a média nacional, que é de 4,3 @.ha⁻¹.ano⁻¹ (ABIEC, 2020).

Tabela 2. Valor nutritivo (g/kg) de pastagens temperadas de acordo com diferentes autores

Referência	Pastagem	PB	NDT	FDN	DIVMO	DIVMS
Lazarotto et al., 2019	Av Preta + Az	159	664	482	736	818
Lazarotto et al., 2019	Av Preta + Az + Er	175	640	483	722	812
Lisbinski et al., 2019	Av Preta + Az	198	708	543	-	850
Lisbinski et al., 2019	Av Preta + Az + Er	231	709	510	-	852
Hirai et al., 2015	Aveia Preta	180	577	510	-	-
Hirai et al., 2015	Av Preta + Ervilhaca	180	505	580	-	-
Silva, 2009	Aveia Branca	217	-	540	-	821
Vicente, 2017	Azevém	172	-	566	-	770
Vicente, 2017	Azevém + Ervilhaca	184	-	551	-	760
Vicente, 2017	Az +Trevo vermelho	179	-	557	-	772
Roso et al., 2000	Aveia+Azevém	203	-	-	610	-
Roso et al., 2000	Triticale + Azevém	197	-	-	675	-
Roso et al., 2000	Centeio + Azevém	189	-	-	569	-
Hoppen, 2017	Aveia Branca	156	771	376	-	-
Hoppen, 2017	Aveia Preta	185	800	340	-	-
Hoppen, 2017	Triticale	199	819	301	-	-
Hoppen, 2017	Av Branca + Triticale	16,5	77,7	-	-	-
Hoppen, 2017	Av Preta + Triticale	18,8	81,4	-	-	-

PB = proteína bruta; NDT =nutrientes digestíveis totais; FDN =fibra em detergente neutro; DIVMO =digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica; DIVMS =digestibilidade *in vitro* da matéria seca; Az =Azevém, Av =Aveia; Er =Ervilhaca.

Uma forma de elevar a capacidade de suporte da pastagem é realizar a suplementação energética dos animais em pastejo e, desta forma, aproveitar o efeito substitutivo. Em pastagens tropicais o efeito substitutivo é, na maioria das vezes, indesejado, principalmente na época das águas, pois substituiremos um alimento barato (pasto) por outro, normalmente, mais caro (suplemento). Além das dificuldades de manejo do excedente de pasto ocasionado pela substituição. Porém, as pastagens tropicais têm um custo relativamente mais baixo que o suplemento, além de apresentar alto crescimento, principalmente do colmo, perdendo assim qualidade. No caso das pastagens temperadas seu custo de implantação é alto e como a taxa de crescimento diário é relativamente baixo em comparação às espécies tropicais, o

controle do alongamento do colmo é facilitado. Quanto maior o número de animais alocaados na pastagem mais seu custo será diluído e maior o ganho por área.

Em um estudo realizado no Núcleo de Ensino e Pesquisa em Ruminantes (NEPRU) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná no ano de 2020 (Tabela 3), foi observado acréscimo de 21,6% na capacidade de suporte da pastagem de Aveia preta e Azevém (Figura 1) com a suplementação de 1% do peso vivo dos animais. Esse aumento na carga associado ao aumento no GMD (28,78%) dos novilhos em terminação, proporcionou aumento no ganho por área de 40,54%.



Figura 1. Novilhos de corte em pastagem de Aveia preta + Azevém.

Fonte: Nepru- UTFPR. Dois Vizinhos, PR.

Tabela 3. Massa de Forragem (MF), carga animal e desempenho animal de novilhos terminados em pastagem temperada recebendo ou não suplementação

	Aveia + Azevém + trevo Vesiculoso	Aveia + Azevém + suplementação	Aveia +Azevém
MF	1519	1477	1430
Carga animal	1472	1666	1370
GPV ha em 92 dias	273	312	222
Peso inicial	482	479	462
Peso final	561	558	522
GMD	0,860	0,850	0,660

Fonte: Scheeren, 2021 (dados ainda não publicados).

Da mesma forma que o ganho individual, o ganho por área apresenta uma grande variação entre as pesquisas (de 128 a 802 kg de PV.ha⁻¹). Os diferentes ciclos de produção das diferentes espécies utilizadas, além das condições de clima, solo e

fertilidade, contribuem para essa variação. Observa-se, na Tabela 1, que nas pesquisas realizadas por Menezes et al. (2012) e Hirai et al. (2015) houve utilização da pastagem de apenas 76 e 61 dias, respectivamente. Isso deve-se ao fato que, nessas pesquisas, foram utilizadas apenas a Aveia solteira na composição da pastagem, espécie de ciclo mais curto. Para um maior aproveitamento da pastagem, o tempo de utilização da mesma é muito importante.

As espécies forrageiras de inverno apresentam ciclo de produção diferentes permitindo consórcio entre elas. É comum a utilização de sistemas de consórcio, principalmente entre Aveia e Azevém, uma vez que a Aveia terá o início de pastejo em maio e o seu pico de produção nos meses de junho e julho, enquanto o Azevém terá o início de pastejo em junho e o pico de produção nos meses de agosto e setembro, levando em consideração a semeadura, de ambas as espécies, no início de abril. Portanto, o consórcio entre espécies favorece o alongamento do ciclo de pastejo e a produtividade esperada (Quadro 1). Além disso, a pastagem apresenta valor nutricional elevado durante grande parte do período de pastejo, uma vez que quando a espécie mais precoce está entrando na fase reprodutiva, elevando os teores de fibra e, conseqüentemente, diminuindo a digestibilidade, a outra espécie está em sua fase vegetativa. Isso tudo favorece o desempenho animal, de forma individual e a produtividade por área.

Quadro 1. Representação da produção de diferentes espécies de clima temperado de acordo com os meses do ano

	Abril	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Centeio	x	xx	xxx	xx	x			
Aveia Preta		x	xx	xxx	xx	x		
Aveia Branca		x	xx	xx	x			
Azevém			x	xx	xxx	xxx	xx	x
Trevo Branco				x	x	xx	xxx	xxx
Ervilhaca			x	xx	xxx	xx	x	

x = representação da produção de forragem, quando xxx apresenta seu ponto máximo produtivo.

Roso et al. (2000), estudando os consórcios de Azevém com Aveia, Triticale ou Centeio, observaram que nas três misturas, enquanto nos meses de maio a junho o Azevém participou no máximo 25% da composição das pastagens, nos meses de outubro e novembro, 100% das pastagens eram constituídas de Azevém. Ou seja, caso a pastagem fosse apenas de Aveia ou Centeio seria utilizada apenas até o mês de

agosto, onde essas espécies representavam apenas 30% da constituição da pastagem, com baixa massa de forragem proveniente dessas espécies. Recentemente há novas cultivares dessas espécies de ciclo mais longo, porém a consorciação (Figura 2) ainda é o mais indicado, uma vez que podemos evitar pragas e doenças específicas de determinada espécie.



Figura 2. Consórcio entre Aveia preta, Azevém e Ervilhaca.

Fonte: Nepru – UTFPR. Dois Vizinhos - PR.

Outra vantagem das espécies temperadas é a possibilidade da utilização dessas forrageiras serem sobressemeadas em espécies tropicais. A sobressemeadura consiste em plantar pastagens anuais de inverno sobre a pastagem perene de verão ou o campo nativo. Com essa medida, a produção das forrageiras de inverno preenche o vazio criado pelas espécies de verão. As plantas usadas na sobressemeadura geralmente são gramíneas anuais de inverno (Aveias e Azevém) e leguminosas de inverno (Trevos, Ervilhacas, Cornichão (*Lotus corniculatus* L.) e Alfafa). Estudos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão do Estado de Santa Catarina (Epagri) indicam que a sobressemeadura permite incrementar entre 23% e 30% a produção das pastagens ao longo do ano.

A sobressemeadura é possível sobre diversas gramíneas tropicais (Figura 3), tais como: Braquiárias, Aruana, Tanzânia e Mombaça. Entretanto, os melhores resultados são quando a prática é realizada em pastagens de gramíneas do Gênero *Cynodon*, tais como a Estrela Africana (*Cynodon nlemfuensis*), o Coast Cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coast Cross) e o Tifton (*Cynodon dactylon*), devido ao hábito de crescimento mais rasteiro dessas espécies. Segundo Rodrigues et al. (2011), o Brasil é um país muito favorável a criação de bovinos a pasto, porém

existe a estacionalidade de produção de forrageiras tropicais, com a utilização da sobressemeadura de forrageiras de inverno como a Aveia e Azevém, diminui este período de baixa produtividade durante o inverno. Esses mesmos autores ponderam que tem alguns fatores que devem ser levados em consideração na técnica da sobressemeadura, como a necessidade de irrigação, em regiões de baixos índices pluviométricos, e clima favorável para que a espécie de inverno possa se desenvolver.



Figura 3. Pastagens de Aveia preta e Azevém sobressemeada em Capim Aruana (A) e Estrela Africana (B), Dois Vizinhos - PR

Fonte: Nepru – UTFPR

Vários estudos demonstram o potencial da sobressemeadura de espécies de inverno sobre pastagens tropicais em várias regiões do Brasil. Bertolote (2009) sobressemeou Aveia em Tanzânia (*Panicum maximum* Jack. cv. Tanzania), Gerdes et al. (2005) utilizaram mistura de Aveia, Azevém e Trevo branco sobre Capim Aruana, ambos no Estado de São Paulo. Schmitz et al. (2020) sobressemeou Aveia e Azevém em Capim Aruana (*Panicum maximum* Jack. cv. Aruana) no Estado do Paraná, Sanches et al. (2015) testaram a sobressemeadura de Aveia em Capim Tifton também no Paraná. Santos (2017) testou no Estado do Minas Gerais a sobressemeadura de Aveia branca, Aveia preta, Azevém e trevos em capim Marandu. Todas essas pesquisas demonstraram bons resultados de produtividade e desempenho animal. Para maior aprofundamento na utilização dessa técnica em diferentes regiões do Brasil recomendamos a leitura dos artigos.

Perspectivas

A utilização de pastagens de clima temperado, no sul do Brasil, é uma realidade cada vez mais presente nas propriedades agropecuárias, tanto nas produtoras de leite quanto nas de carne. Com o desenvolvimento de cultivares mais resistentes a pragas e tolerantes a maiores temperaturas, faz com que haja a possibilidade de utilização, destas forrageiras, em outras regiões do Brasil. Sendo, obviamente, o déficit hídrico ainda um grande limitante. Porém, a técnica da irrigação de pastagens vem crescendo, principalmente, em regiões de maior altitude, e, portanto, de temperaturas mais amenas, onde se pode viabilizar a utilização de pastagens temperadas. Com os suplementos proteicos de valor cada vez mais elevado, esse tipo de pastagem pode passar a ser uma excelente alternativa para fornecer proteína aos animais em uma época que, normalmente, as pastagens tropicais apresentam déficit nesse nutriente. Elevando assim a produtividade por áreas dos ambientes pastoris brasileiros.

Referências bibliográficas

ABIEC. Perfil da Pecuária no Brasil 2020. Disponível em: https://www.cicarne.com.br/wp-content/uploads/2020/05/SUM%C3%81RIO-BEEF-REPORT-2020_NET.pdf

AGUINAGA, A.A.Q.; CARVALHO, P.C.D.F.; ANGHINONI, I. et al. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de Aveia e Azevém manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37(9), 1523-1530, 2008.

AGUINAGA, A.A.Q.; CARVALHO, P.C.D.F.; ANGHINONI, I. et al. Produção de novilhos superprecoces em pastagem de Aveia e Azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35(4), 1765-1773, 2006.

ALCÂNTARA, P.B. & BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. Ed. Nobel, 4ª Ed. São Paulo, 162p., 1992.

ASSMANN, A.L.; PELISSARI, A.; MORAES, A. et al. Produção de Gado de Corte e Acúmulo de Matéria Seca em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária em Presença e Ausência de Trevo Branco e Nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p. 37-44, 2004.

BAIER, A.C. Centeio. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT. 29p. 1994. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 15).

BERTOLETE, L.E.M. **Densidade de semeadura de Aveia e altura de corte da pastagem de capim Tanzânia sobressemeada**. Botucatu-SP, 84 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, 2009.

BRUCKNER, P.L. & RAYMER P.L. Factors influencing species and cultivar choice of small grains for winter forage. **Journal of Production Agriculture**, v. 3, n. 3, p. 349-355, 1990.

BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.; AVILA, V.S. et al. Triticale na Alimentação de Aves. Embrapa Suínos e Aves-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2005.

CATEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A. et al. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS – PTA, 346p., 1992.

CANTO, M.W.; RESTLE, J.; QUADROS, F.L.F. et al. Produção animal em pastagem de Aveia (*Avena strigosa* Schreb) adubada com nitrogênio ou em mistura com ervilhaca (*Vicia sativa* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.2, p.396-402, 1997.

CASTRO, G.S.A.; COSTA, C.H.M.; FERRARI NETO, J. Ecofisiologia da Aveia branca. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.11, n. 3, p.1-15, 2012.

CONAB, 2020. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: fevereiro de 2021.

CÓRDOVA, U.A. & FLARESSO, J.A. Principais grupos de forrageiras de clima temperado. **Agropecuária Catarinense**, v. 28, n. 1, p. 38-43, 2015.

DE MORI, C.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; MIRANDA, M.Z. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura do Centeio no mundo e no Brasil. Documentos online, n.142, Embrapa, 2013.

DENNETT, A.L.; COOPER, K.V.; TRETOWAN, R.M. The genotypic and phenotypic interaction of wheat and rye storage proteins in primary Triticale. **Euphytica**, 194, p. 235–242, 2013.

DEUNER, C.C.; MARTINELLI, J.A.; BOLLER, W. et al. Manejo de doenças. In: LÂNGARO, N.C., CARVALHO, I.Q. Indicações técnicas para a cultura da Aveia: XXXIV Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia Fundação ABC. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, p. 78-90, 2014.

FERREIRA, A.G. & AQUILA, M.E.A. Alelopatia. Cereais de estação fria (Aveia), uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 11, p. 175-204, 2005.

FLORES, R.S.; EUCLIDES, V.P.B.; ABRÃO, M.P.C. et al. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins Marandu e Xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1355-1365, 2008.

FLOSS, E.L. Aveia. In: BAIER, A.C.; FLOSS, L.E.; AUDE, M.I. As lavouras de inverno. Rio de Janeiro: Globo, p. 17-74, 1988.

FLOSS, E.L.; PALHANO, A.L.; SOARES FILHO, C.V.; PREMAZZI, L.M. Crescimento, produtividade, caracterização e composição química da Aveia branca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 1, p. 1-7, 2007.

FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. et al. Gramíneas forrageiras anuais de inverno. In: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. Forrageiras para integração Lavoura-Pecuária-Floresta na região sul-brasileira. Brasília, DF: Embrapa, p. 127-172, 2012.

FRUET, A.P.B.; STEFANELLO, F.S.; TROMBETTA, F. et al. Growth performance and carcass traits of steers finished on three different systems including legume–grass pasture and grain diets. **Animal**, v. 13, n. 7, p. 1-11, 2018.

GERDES, L.; MATTOS, H.B.; WERNER, J.C. et al. Características do dossel forrageiro e acúmulo de forragem em pastagem irrigada de Capim-Aruana exclusivo ou sobressemeado com uma mistura de espécies forrageiras de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1088-1097, 2005.

HENRICH, R.; AITA, C.; AMADO, T. et al. Cultivo consorciado de Aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 331-340, 2001.

HIRAI, M.M.G.; MENEZES, L.F.G.; KUSS, F. et al. Terminação de novilhos em pastagem de Aveia branca consorciada com leguminosa ou associada à suplementação energética. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 4, p. 1141-1149, 2015.

HOPPEN, S.M. **Avaliação estrutural, produtiva e nutricional de gramíneas de clima temperado em cultivo solteiro ou consorciado**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, 2017.

LAZZAROTTO, E.F.C.O.; MENEZES, L.F.G.; PARIS, W. Backgrounding steers on temperate grasses mixed with vetch and/or using energy supplementation. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 32, p. 800-807, 2019.

LISBINSKI, E.; RONSANI, R.; FARIAS, J.A. et al. Performance and ingestive behavior of steers on integrated system using legume and/or energy supplementation. **Tropical Animal Health and Production**, v.51, p. 205-211, 2019.

LUPATINI, G.C.; RESTLE, J.; VAZ, R.Z. et al. Produção de bovinos de corte em pastagem de Aveia preta e Azevém submetida à adubação nitrogenada. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 2, p. 164-171, 2013.

MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M.M. et al. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1183-1190, 2009.

MENEZES, L.F.G.; VENTURINI, T.; KUSS, F. et al. Recria de bovinos de corte mantidos em pastagem de Aveia preta com diferentes ofertas de forragem, com e sem suplementação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, n. 3, v. 64, p. 623-630, 2012.

MITTELMANN, A.; MONTARDO, D.P.; CASTRO, C.M. et al. Caracterização agrônômica de populações locais de Azevém na Região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p. 2527-2533, 2010.

NELSON, L.R.; PHILLIPS, T.D.; WATSON, C.E. Plant breeding for improved production in annual ryegrass. In: ROUQUETTE, F.M.; NELSON, L.R. (Eds.) Ecology, production, and management of *Lolium* for forage in the USA. Madison: **Crop Science Society of America**, p. 138, 1997.

RESTELATTO, R.; PAVINATO, P.S.; SARTOR, R.L. et al. Production and nutritional value of sorghum and black oat forages under nitrogen fertilization. **Grass and forage Science**, v. 69, p. 693-704, 2013.

ROCHA, M.G.; RESTLE, J.; FRIZZO, A. et al. Alternativas de Utilização da Pastagem Hiberna para Recria de Bezerros de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 383-392, 2003.

RODRIGUES, D.A.; AVANZA, M.F.B.; Dias, L.G.G.G. Sobressemeadura de Aveia e Azevém em pastagens tropicais no inverno: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, v. 9, n. 16, 2011.

ROSO, C. & RESTLE, J. Aveia Preta, Triticale e Centeio em Mistura com Azevém. 2. Produtividade Animal e Retorno Econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 85-93, 2000.

ROSO, C.; RESTLE, J.; SOARES, A.B. et al. Aveia Preta, Triticale e Centeio em Mistura com Azevém. 1. Dinâmica, produção e qualidade de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 75-84, 2000.

SANCHES, A.C.; GOMES, E.P.; RICKLI, M.E. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com Aveia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 126-133, 2015.

SANTOS, L.H.T. **Características do pasto e desempenho de novilhas F1 Holandês X Zebu em Capim-Marandu sobressemeado com forrageiras de inverno, na transição seca-águas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Montes Claros. 2017.

SCHMITZ, G.R.; PARIS, W.; BIESEK, R.R. et al. Partial replacement of nitrogen fertilization with legumes in tropical pasture overseeded with temperate species for the production of steers. **Journal of Agricultural Science**, v. 158, p. 1-8, 2020.

SEPROTEC. Plantas de cobertura de solo. Disponível em: http://www.seprotec.com.br/produtos_cobertura_ervilhaca.asp. Acesso em: 04 de janeiro de 2021.

SILVA, S. **Plantas Forrageiras de A a Z**. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 225p., 2009.

VICENTE, J.M. **Recria de bezerras de corte sob pastejo exclusivo em Azevém ou em Azevém consorciado com leguminosas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2017.

Plantas forrageiras graníferas

José Nildo Tabosa¹

Eric Xavier de Carvalho¹

Mércia Virgínia Ferreira dos Santos^{2,4}

Marcelo de Andrade Ferreira^{2,4}

José Geraldo Eugênio de França³

Introdução

O Milho, o Sorgo e o Milheto são gramíneas (*Poaceae*) tropicais de uso na alimentação humana e animal. Além do valor como biomassa na qualidade de volumosos, o principal ponto é a importância como grãos cerealíferos na alimentação animal.

O Milho é uma planta de origem americana, de áreas que vai do Paraguai a Colômbia e da Guatemala ao México. Sua domesticação começou de 7.500 a 12.000 anos atrás na área central do México. Além de múltiplos usos é considerado o cereal concentrado padrão. No Brasil, o cultivo do Milho vem desde antes da chegada dos europeus. Os índios guaranis tinham o cereal como o principal ingrediente alimentar. Com a chegada dos portugueses, incorporados novos produtos aos hábitos alimentares locais.

¹ Pesquisador do IPA – Instituto Agronômico de Pernambuco

² Professor (a) da UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

³ Professor (a) da UFRPE – UAST – Unidade Acadêmica de Serra Talhada

⁴ Bolsista de Produtividade do CNPq.

O Sorgo provavelmente foi “domesticado” na Etiópia, cerca de 5.000-7000 anos atrás, sendo em seguida cultivado na África Ocidental, desde o Sudão até o rio Niger. O seu cultivo é relativamente novo, nas Américas, tendo sido introduzido nos Estados Unidos, em 1857. No Brasil, a sua introdução se atribui aos escravos e a cultura ficou conhecida, a partir do século XIX, como Milho d’Angola.

O Milheto é oriundo de gramínea silvestre do oeste africano, tendo como centro primário de diversidade genética a zona semiárida Saheliana da África, entre o oeste do Sudão e o Senegal. Nas estatísticas brasileiras não tem disponibilidade desses registros com relação a área de cultivo. Os registros iniciais da ocorrência do Milheto no Brasil vêm do Rio Grande do Sul, do ano de 1929, onde ficou conhecido como pasto italiano. O Milheto vem representando uma ocupação importante como forrageira no Cerrado brasileiro a partir dos anos noventa, cultivados utilizando como base o sistema de plantio direto. No Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2017) existe o registro de 553.382 produtores que declararam proceder essa técnica de plantio e que ocupam uma área total de 33.052.969 ha. Os trabalhos com o Milheto em Pernambuco tiveram início em 1973, no IPA - Instituto Agrônomo de Pernambuco.

Dentre os seis cereais mais cultivados no planeta, o Milho, Sorgo e Milheto ocupam a segunda, quinta e sexta posição, com 197, 40 e 31 milhões de hectares cultivados, respectivamente, segundo estatísticas da FAO (2019). No Brasil, o Milho ocupa uma área de cultivo e 17 milhões de hectares com níveis de produtividade da ordem de 5.400 kg/ha, sendo considerado o terceiro maior produtor do mundo. Já o Sorgo, ocupa uma área de 810 mil hectares com níveis de produtividade de 3.000 kg/ha, ocupando a décima segunda posição em área de cultivo e a quinta em produtividade no mundo, segundo dados da FAO (2018).

No Brasil, o Milho é utilizado basicamente na alimentação animal, cerca de 60 - 70 % do total produzido. Nesse âmbito, pelo fato da nutrição representar a maior parte dos custos da produção animal, existe sempre a procura por alimentos alternativos (utilizados também como fonte de energia) direcionados na composição de rações para todos os segmentos da nutrição animal, em todas as regiões, no intuito de um fechamento adequado dessa cadeia produtiva.

Em muitos casos o grão do Sorgo ou do Milheto poderá substituir parcialmente e até integralmente o Milho (isto é, o amido do Milho que é quem fornece energia). Todavia, esse fato poderá acarretar possíveis alterações na produção final em face das peculiaridades *per se* de cada ingrediente. Além disso, é importante o balizamento dessas alternativas tendo em vista a eficiência de fontes alternativas supostamente de menor valor nutricional, o desempenho animal esperado e o custo do produto.

Assim, no presente capítulo, serão descritos os métodos de utilização desses mencionados cereais na alimentação animal, pormenorizando vantagens, desvantagens e a devida importância em cada região, bem como são apresentadas as tecnologias de produção, suas limitações de uso e as perspectivas de cada um.

Milho

Histórico e distribuição da espécie no Brasil e no mundo

O Milho (*Zea mays*) é uma espécie botânica de origem americana e que apresenta maior natureza de comercialização no contexto agrícola das Américas. Segundo a literatura, a origem do Milho é muito discutível e polemiza vários relatos. Há quem diga que a planta pode ter origem em regiões que vai do Paraguai até a Colômbia, quanto da Guatemala até ao México (Galvão et al., 2017).

Todavia, o primeiro relato da presença do Milho no continente americano foi registrado por Cristóvão Colombo em 1492, na costa norte de Cuba. Nessa época, já havia cultivo do Milho na faixa desde o sul do Canadá até a parte central do Chile.

O Milho é extensivamente utilizado como alimento humano ou para ração animal devido às suas qualidades nutricionais. Todas as evidências científicas levam a crer que seja uma planta de origem mexicana, já que a sua domesticação começou de 7.500 a 12.000 anos atrás na área central do México (Kane; Rieseberg, 2005).

Com o descobrimento desta cultura nas Américas, o Milho foi levado à Europa, porém era considerada apenas como uma cultura exótica em jardins europeus. Pouco depois, que se consolidou a real importância alimentar e para outros usos desse cereal, teve início a sua difusão para o continente europeu, através das expedições espanholas. Daí chegou na França, Itália, sudeste da Europa e norte da África. Em complemento, as expedições portuguesas foram as responsáveis pela difusão do cereal nos demais países da África, chegando na China em 1516 e no Japão em 1775.

Do Milho é possível produzir mais de 600 produtos de uso direto e indireto pelo homem. Apresenta grande contribuição no cenário econômico de commodities até indústria de transformação e de alta tecnologia, e representando em muitas regiões do mundo, ingrediente básico da culinária para alimentação humana. Porém, um aspecto de maior importância é que cerca de 70 % dos grãos de Milho produzidos no planeta são utilizados na alimentação animal (ABIMilho, 2021).

Nos Estados Unidos, cerca de 50% são destinados a esse fim, enquanto no Brasil outras fontes informam que varia de 60% a 80%, dependendo das variações

locais. Apesar de não ter uma participação muito grande no uso de Milho em grão, a alimentação humana, com derivados de Milho, constitui fator importante de uso desse cereal em regiões de baixa renda. Na maioria dos ambientes localizados no semiárido brasileiro, o Milho é a principal fonte alimentar. Outro ponto importante reside no fato de que a população mexicana tem nesse cereal o ingrediente básico para sua culinária.

Dentre os cinco cereais mais cultivados no mundo, o Milho fica na segunda posição logo após o Trigo, com uma área de 197 milhões de hectares. Já com relação a produção, o Milho se destaca na primeira posição com cerca de 1,1 bilhões de toneladas anuais (Tabela 1).

Tabela 1. Área, rendimento e produção, 2018/2019.

Cereal	2018			2019		
	Área (ha)	Rendimento (kg/ha)	Produção (1.000 t)	Área (ha)	Rendimento (kg/ha)	Produção (1.000 t)
Trigo	214.291.888	3.425	734.045	215.901.958	3.546	765.769
Milho	193.733.568	5.923	1.147.621	197.204.250	5.823	1.148.487
Arroz	167.132.623	4.678	782.000	162.055.938	4.661	755.473
Cevada	47.928.609	2.951	141.423	51.149.896	3.108	158979
Sorgo	42.143.146	1.408	59.342	40.074.667	1.444	57.893
Milheto	33.560.087	942	31.019	31.653.878	896	28.371

Fonte: FAO (2019).

Nesse âmbito, os principais países produtores de Milho são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Posição do Milho nos principais países produtores de grãos, 2019.

Países maiores produtores do mundo	Posição do Milho grão – 2019		
	Área colhida (ha)	Produção obtida (t)	Produtividade (kg/ha)
Argentina	7.232.761	58.860.704	7.861
Brasil	17.518.054	101.138.617	5.773
China	41.309.740	260.957.662	6.317
México	6.690.449	27.228.242	4.069
EUA	32.950.670	347.047.570	10.523
Canadá	1.451.200	13.403.900	9.236
Índia	9.027.130	27.715.100	3.070
Indonésia	5.644.775	30.693.355	5.437
Nigéria	6.857.528	11.000.000	1.604
Rússia	2.506.247	14.282.352	6.628
África do Sul	2.300.500	11.275.500	4.901
Ucrânia	4.986.900	35.880.050	7.194

Fonte: FAO (2019).

O Brasil, nesse cenário (Tabela 2), comporta-se como terceiro maior em área cultivada e também como produtor de grão.

Assim, a importância do Milho não está apenas na produção dessa cultura anual, mas em todas as correlações em que essa cultura representa na produção agropecuária brasileira. Nesse âmbito, são incluídos os aspectos econômicos quanto sociais. Pela sua versatilidade de uso, pelos desdobramentos principalmente na produção animal e pelo aspecto social, o Milho se constitui em um dos mais importantes produtos do setor agrícola no Brasil. Na realidade, pode-se inferir que a produção de frangos e suínos poderá se comportar como um subproduto do Milho, dada a importância desse cereal na alimentação desses monogástricos.

O panorama do Milho em 2019 com relação a área de cultivo, rendimento e produção obtida nas diferentes regiões fisiográficas do Brasil é apresentado na Tabela 3. Em termos de área colhida, a região Nordeste suplanta as regiões Norte e também a região Sudeste.

Tabela 3. Posição da cultura do Milho para grão, nas diferentes regiões geográficas do Brasil, 2019.

Regiões Geográficas	Milho Grão- 2019		
	Área (ha)	Rendimento (kg/ha)	Produção (t)
Norte	786.135	3.882	3.051.903
Nordeste	2.308.872	2.941	6.791.217
Sudeste	1.946.486	6.339	12.339.443
Cento Oeste	8.741.358	6.171	53.946.312
Sul	3.735.203	6.696	25.009.742
Brasil	17.518.054	5.773	101.138.617

Fonte: IBGE – SIDRA (2019).

Com relação a área de cultivo e a produtividade desse cereal nos principais estados produtores (Tabela 4), pode se observar que dentre os cinco estados mais produtores de Milho na região Nordeste, os estados do MA, PI, CE e BA, detém áreas de cultivo entre 425 a 550 mil hectares.

Tabela 4. Valores de áreas colhidas e produtividade do Milho nos principais estados produtores do Brasil.

Região/UF		Região/UF			
Área colhida (ha)	Rendimento (kg/ha)	Área colhida (ha)	Rendimento (kg/ha)		
Norte		Sudeste			
RO	225.327	4.459	MG	1.087.118	6.893
PA	259.122	3.194	SP	844.529	5.685
TO	259.121	4.190	-	-	-
Nordeste		C. Oeste			
MA	425.885	4.235	MS	1.983.292	5.024
PI	437.306	4.198	MT	5.026.279	6.268
CE	521.473	812	GO	1.667.787	7.183
SE	142.036	4.838			
BA	547.410	3.447	Sul		
-	-	-	PR	2.628.185	6.281
-	-	-	SC	344.127	8.941
-	-	-	RS	762.891	7.518

Fonte: IBGE, 2019.

Com relação a tendência de crescimento da cultura no Brasil, na Figura 1 pode ser observado que tanto a área de cultivo, quanto a produção vem sendo registrados em escala ascendente (CONAB, 2020).

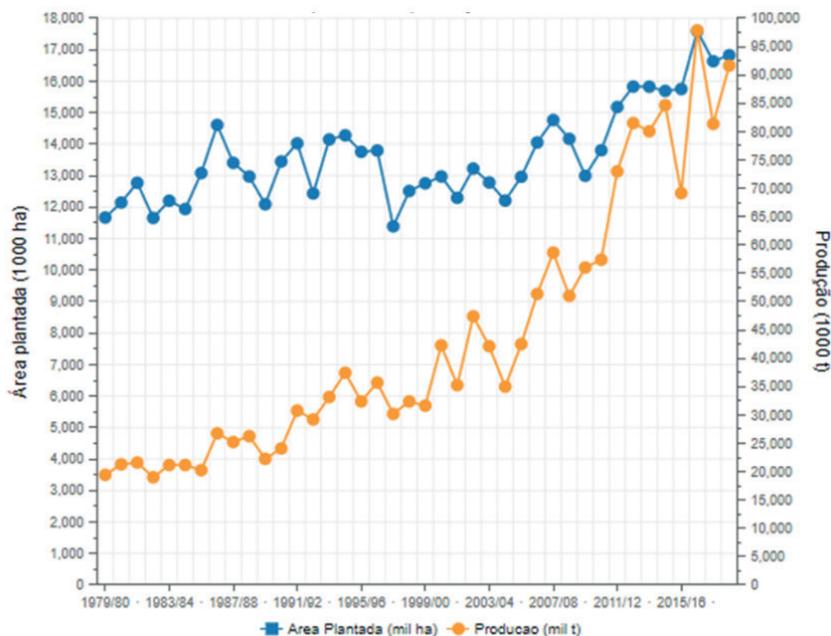


Figura 1. Área cultivada e produção obtida de Milho no Brasil
Fonte: CONAB (2020).

Aspectos botânicos, fisiológico e morfológicos

O Milho é uma planta que pertence à família Gramineae/ Poaceae. O caráter monóico e a sua morfologia característica resultam da supressão, condensação e multiplicação de várias partes da anatomia básica das gramíneas. Os aspectos vegetativos e reprodutivos da planta de Milho podem ser modificados através da interação com os fatores ambientais que afetam o controle da ontogenia do desenvolvimento. Contudo, o resultado geral da seleção natural e da domesticação foi produzir uma planta anual, robusta e ereta, com um a quatro metros de altura, que é esplendidamente “construída” para a produção de grãos (Magalhães; Durães, 2009).

É uma espécie anual, estival, cespitosa, ereta, de centro de origem americano, pouco afilhamento, monóico, classificada como uma planta no grupo C-4, com múltiplas características adaptativas a diferenciadas condições ambientais.

Para que a cultura expresse seu potencial máximo de produção exige temperatura entre 24 e 30°C, radiação solar abundante e compatível disponibilidade de água no solo. As espiguetas masculinas são reunidas em espigas verticiladas terminais. inflorescência masculina ou pendão floral. Botanicamente, o grão do Milho é um fruto, denominado cariopse, em que o pericarpo está fundido com o tegumento da semente propriamente dito. As espiguetas femininas se soldam num eixo comum denominado de sabugo (várias ráquis reunidas), originando uma protegida por brácteas, que é denominada de espiga de Milho. A flor feminina apresenta um único estigma (barba-do-Milho). O grão de Milho é um alimento essencialmente energético, pois seu principal componente é o amido. O teor de proteína normalmente encontrado no grão está na faixa de 9 a 11%. Além de apresentar baixo teor, a qualidade da proteína é inferior a dos demais cereais porquanto na sua constituição a maior parte da fração protéica é representada pela zeína, que é pobre nos aminoácidos lisina e triptofano. Com toda essa importância, convém frisar que cerca de 70 % de todo grão de Milho produzido tem seu uso na alimentação animal. A parte da biomassa verde é utilizada também na alimentação animal, na forma de forragem armazenada (Goodman; Smith, 1987).

Quanto a biologia floral do Milho, essa apresenta características monóicas, onde as flores masculinas e femininas encontram-se em inflorescências separadas e na mesma planta. O pendão é a inflorescência masculina, com os órgãos femininos abortados. E a espiga é a inflorescência feminina, com os órgãos masculinos abortados. Assim, tanto a espiga quanto o pendão são estruturas homólogas, cujas espiguetas são especializadas para a produção do óvulo e dos grãos de pólen, respectivamente (Goodman; Smith, 1987; Silva, 1975).

Fenologia do Milho- com relação as fenofases essas são divididas em (crescimento e desenvolvimento) dois grandes estádios: o vegetativo e o reprodutivo.

Durante o estádio vegetativo, que é localizado entre VE (emergência) e VT (pendoamento), ocorre todo o desenvolvimento da planta. No decorrer do estádio reprodutivo, é onde ocorre o desenvolvimento da espiga. Os estádios reprodutivos são caracterizados pelo surgimento e desenvolvimento de grãos na espiga, exceto para o primeiro estádio reprodutivo (R1), que é identificado exclusivamente pela emergência de cabelos de Milho – embonecamento.

As plantas de Milho desenvolvem as folhas com base na sua maturidade relativa e no ambiente de crescimento. Uma espiga de Milho em média apresenta

de 500 a 800 grãos, com base no ambiente favorável e nas práticas de produção. O peso médio do grão em 15,5% de umidade é aproximadamente 350 mg, com uma variação de 200 a 430 mg (Fancelli; Dourado Neto, 2000).

Tecnologia de produção: cultivo, manejo, produtividade e ambientes de aptidão da cultura

Das plantas cerealíferas no Brasil, utilizadas também como forrageiras, o Milho é o mais representativo e importante, com 101 milhões de toneladas de grãos obtidos em 17 milhões de hectares (IBGE, 2019). Em face de características fisiológicas, a cultura apresenta elevado potencial de produção. Todavia, a produtividade média do Brasil da ordem de 5.773 kg/ha, ainda é considerado baixo, tendo em vista o potencial produtivo da cultura e também as demais produtividades obtidas nos EUA e Argentina. Diante disso, fica demonstrado que o sistema de produção necessita ainda ser aprimorado com vistas a obtenção de incrementos frequentes de produtividade que pode ser esperada pela cultura.

O plantio da lavoura de Milho carece de amplo planejamento no intuito de determinar os processos de 120 – 130 dias que compreende todos os passos envolvidos e condicionar o sucesso ou insucesso da lavoura. Nessa ocasião, são definidos os espaçamentos recomendados, densidades de plantio, que seja manual ou mecanizado. Escolha da área, preparo de solo, fertilização ou correção, aplicação de insumos (mediante recomendação laboratorial), tratamentos culturais (aplicação de herbicida de pré e de pós-emergência), uso adequado de cultivares e seguir o zonamento de risco climático (ou zoneamentos locais em nível agroecológico ou mesmo calendário de plantio devidamente ajustado com as realidades de cada região).

Ainda é muito variado o espaçamento entre fileiras, embora haja uma tendência de redução. Resultados demonstram vantagens do espaçamento reduzido (45 a 50 cm entre fileiras) comparado ao espaçamento convencional (80 a 90 cm), especialmente quando se utilizam densidades de plantio mais elevadas, principalmente com os híbridos atuais, que são de porte mais baixo e arquitetura mais ereta.

Com relação a densidade de plantio, é importante salientar que o Milho é a gramínea mais sensível à variação de densidade de plantio. Para cada tipo de cultivo tem uma população que maximiza a produtividade de grãos. A população ideal para esse fim é de 40.000 a 80.000 plantas por hectare, em função da disponibilidade

hídrica, das condições de fertilidade do solo, da cultivar, da época de semeadura e espaçamento (Fancelli; Dourado Neto, 2000).

É importante salientar que atualmente no mercado existe disponibilidade de mais de 450 cultivares de Milho entre variedades, diferentes tipos de híbridos e matérias com um e até três eventos transgênicos. Todo esse acervo (Figura 2) tem recomendação para todos os tipos de cultivos nos diferentes ambientes do Brasil.

Com relação a época de plantio sob regime de sequeiro, existe uma ferramenta de uso em todo o país, para a grande maioria das culturas, onde o Milho está incluído. Com os avanços na área de climatologia, o Zoneamento Agrícola para o Milho, elaborado pelo MAPA, que fornece informações sobre as épocas de plantio, que tipo de solo tem aptidão plena ou regular, quando, onde e que cultivar plantar (www.agricultura.gov.br/zoneamento).

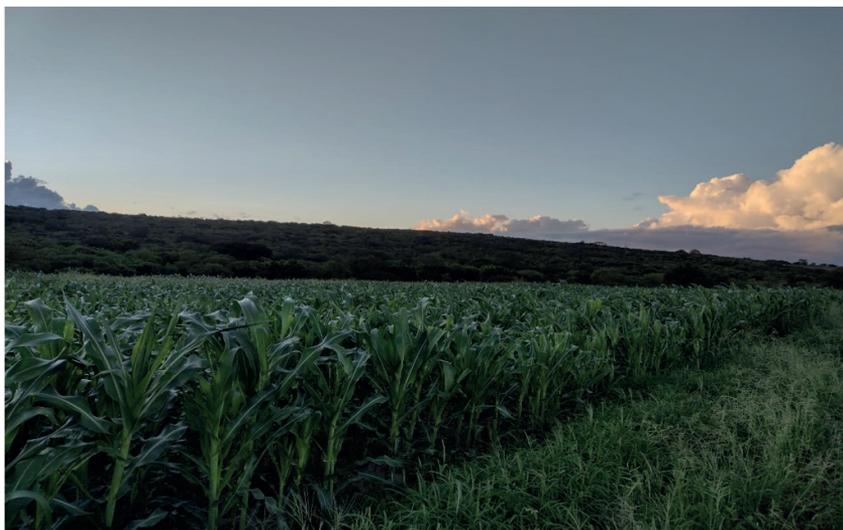


Figura 2. Área de cultivo da variedade São José do IPA (BR 5026) de Milho para produção de grãos - Agreste - PE, 2021.

De acordo com o Zoneamento Agrícola e em função do ciclo da cultura, são classificadas em três grupos: Grupo I - necessita até 780 U.C. (precoce); Grupo II - necessita entre 780 e 860 U.C. (ciclo médio); Grupo III - necessita mais que 860 U.C. (ciclo tardio).

A partir da safra 2009/10, para efeito de simulação, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento classifica as cultivares em três grupos: Grupo

I (n < 110 dias); Grupo II (n = 110 dias e = 145 dias); e Grupo III (n > 145 dias), onde “n” expressa o número de dias da emergência à maturação fisiológica.

Valor nutritivo do Milho grão, formas de utilização e desempenho animal

O Milho é utilizado como a principal fonte de energia nas dietas para aves e suínos no Brasil, participando em até 80% da composição das dietas. A maioria dos sistemas de produção desses animais foi planejada para utilizar Milho, sendo sua rentabilidade altamente dependente da disponibilidade e preço do grão. Sua maior limitação como fonte de nutrientes são os baixos teores dos aminoácidos lisina, triptofano e metionina. A qualidade do Milho é muito importante na nutrição de aves e suínos, para assegurar os teores de nutrientes e a ausência de substâncias tóxicas, especialmente micotoxinas. Do ponto de vista econômico, o Milho representa cerca de 70% do custo das dietas para aves e suínos.

Segundo a Embrapa Suínos e Aves, a partir de elevado número (N) de resultados laboratoriais, grande número de análises foi realizado no âmbito de ensaios de digestibilidade do grão do Milho na ração animal (Tabela 5).

Tabela 5. Resultados de análises químicas em ensaios de digestibilidade no grão do Milho.

Parâmetro	N	Média	Valor mínimo	Valor Máximo
Matéria Seca (g/kg)	489	876,8	826,9	919,7
Proteína bruta (g/kg)	637	84,9	64,3	109,9
Óleo (g/kg)	356	36,7	14,1	60,9
Cinza (g/kg)	305	11,5	2,4	20,0
Fibra bruta (g/kg)	362	22,5	11,0	34,8
Energia digestível, suínos (Kcal/Kg)	21	3.472	3.211	3.567
Energia metabolizável suínos (Kcal/Kg)	28	3.421	2.952	3.937
Energia metabolizável, aves (Kcal/Kg)	23	3.229	3.045	3.407
Ca (g/kg)	273	0,4	0,1	1,05
P (g/kg)	281	2,6	1,1	8,8
Mg (g/kg)	23	1,0	0,8	1,2
K (g/kg)	10	3,5	3,0	4,1
Na (g/kg)	3	0,0	0,0	0,0
Cu (mg/Kg)	47	4,65	9,1	19,39
Fe (mg/Kg)	43	58,67	22,48	182,30
Mn (mg/Kg)	44	7,34	1,10	20,00
Zn (mg/Kg)	47	27,39	13,93	151,88
Lisina (g/kg)	95	2,4	1,9	31,0
Metionina (g/kg)	74	2,1	1,4	27,0
Metionina + cistina (g/kg)	75	4,8	3,2	62,0
Treonina (g/kg)	92	2,7	2,2	33,0
Triptofano (g/kg)	119	0,5	0,2	14,0

Fonte: Embrapa Suínos e Aves – www.embrapa.br/suinos-e-aves

O teor de matéria seca do Milho é importante para avaliar o grau de concentração de nutrientes e atende aos processos de secagem e armazenagem dos grãos. Já o teor de proteína bruta não representa adequado indicador porque a proteína bruta de um alimento é calculada a partir da quantidade de nitrogênio total determinada na amostra. Assim, uma maior adubação nitrogenada de cobertura aumenta a absorção de nitrogênio pela planta.

Com relação a silagem de grão úmido de Milho, é importante afirmar que esse pode representar um adequado alimento suínos e para qualquer espécie animal.

Entretanto, no caso de aves, não é recomendada, em virtude da falta de praticidade e da inadequação da maioria dos equipamentos. Para suínos, a silagem de grão úmido é uma opção adequada (alimento elevadamente palatável, digestível, pouco acidificado) e praticamente ausente de problemas advindos de micotoxinas.

Nos resultados obtidos pela Embrapa Suínos e Aves, pode ser observado a composição química, o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, os valores de energia obtidos com suínos, o pH e o tamanho das partículas de duas silagens de grão de Milho (Tabela 6).

Tabela 6. Composição nutricional média da silagem de grão úmido de Milho

Parâmetro	Silagem A	Silagem B
Matéria Seca (g/kg)	625,6	640,5
Energia bruta (Kcal/kg)	2.804	2,902
Proteína bruta, (Kcal/kg)	5,31	6,26
Extrato etéreo (g/kg)	26,5	27,2
Fibra bruta (g/kg)	16,6	17,0
Fibra detergente ácido (g/kg)	32,3	28,9
Fibra detergente neutro (g/kg)	181,6	204,1
Cinza (g/kg)	7,8	8,9
Cálcio (g/kg)	0,03	0,10
Fósforo total (g/kg)	1,6	1,7
Magnésio (g/kg)	6,4	6,9
Cobre (ppm)	3,83	5,27
Ferro (ppm)	28,93	41,82
Manganês (ppm)	2,94	7,00
Zinco (ppm)	23,60	22,80
Sódio (g/kg)	0,03	0,03
Potássio (g/kg)	1,8	1,9
Triptofano (g/kg)	0,3	0,4
Lisina (g/kg)	1,7	1,9
Histidina (g/kg)	1,5	1,7
Arginina (g/kg)	1,6	1,9
Ácido aspártico (g/kg)	3,7	4,8
Treonina (g/kg)	1,7	2,1
Serina (g/kg)	2,3	3,1

...Continuação

Ácido Glutâmico (g/kg)	8,9	11,6
Prolina (g/kg)	4,4	5,7
Glicina (g/kg)	2,1	2,5
Alanina (g/kg)	3,8	4,8
Cistina (g/kg)	1,8	2,0
Valina (g/kg)	2,4	2,9
Metionina (g/kg)	1,6	1,9
Isoleucina (g/kg)	1,7	2,2
Leucina (g/kg)	6,0	7,9
Tironsina (g/kg)	1,1	1,4
Fenilalanina (g/kg)	2,4	3,1
Coefficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (g/kg)	884,2	890,5
Energia digestível, suínos (Kcal/kg)	2.545	2.641
Energia metabolizável, suínos (Kcal/kg)	2.457	2.556
Ph	3,99	4,00
Diâmetro geométrico médio (μm)	1.236	954

Fonte: Embrapa Suínos e Aves – www.embrapa.br/suinos-e-aves;

De acordo com Oliveira; Millen (2014), no Brasil, a média de inclusão de concentrados nos confinamentos atinge o valor de 79%. Nesse âmbito, o Milho é o mais utilizado com 63% de inclusão. Além disso, também foi verificado que o tipo de Milho mais utilizado é o do tipo de germoplasma FLINT (duro), chegando a 96,5 % de utilização. Em seguida aparece o tipo de Milho DENT (germoplasma mole) em segunda colocação com 3,5 %. É importante frisar que o Milho FLINT é de natureza “dura” pelo fato de maior endosperma vítreo com maior teor de amido de menor digestibilidade (Santos et al., 2011). Diante disso, para que ocorra uma otimização no processo, é imprescindível que os grãos sofram procedimentos físicos ou químicos para que o amido seja mais disponibilizado, o que por conseguinte vai ajustar e aprimorar o seu aproveitamento pelo animal e também pela microbiota do rúmen.

Outros processos de utilização de Milho para ração animal mais utilizados no Brasil, pode se citar o de quebra e moagem fina do grão (Oliveira; Millen, 2014). Esses procedimentos mecânicos apenas promovem mudanças físicas na estrutura do grão. Quando se utiliza a flocculação, essa pelo fato da onerosidade é um método pouco utilizado e que demanda alta tecnologia. Entre os demais métodos de processamento,

aparece a laminação (a seco ou úmido), a ensilagem do grão úmido (já comentada), extrusão e os métodos que compreendem o uso de subprodutos do grão de Milho.

Tudo isso deverá ser considerado quando da escolha do método de processamento no âmbito dos custos e objetivos da produção, procurando sempre interposição das melhorias e aprimoramento de todo o processamento.

Finalizando, outros métodos de processamento que utilizam a adição de umidade, pressão e altas temperatura promovem a gelatinização do amido. Esses métodos são mais eficientes no aumento da digestibilidade do que os métodos de processamento a seco (Mourão et al., 2012).

Na dieta de auto grão, pode ser efetivado como forma de incrementar os ganhos, principalmente em épocas em que a sazonalidade das forrageiras pode comprometer os índices de desempenho animal. A observação do custo do alimento, tanto o grão, quanto do núcleo serão determinantes na escolha da dieta de alto grão para atingir os objetivos no confinamento de bovinos de corte de forma vantajosa.

É importante enfatizar a possibilidade de uma maior eficiência na terminação de bovinos, com um maior rendimento e acabamento de carcaça por animal além elevado ganho de peso. Confinamentos requerem estimativas precisas de consumo de alimento, eficiência alimentar e ganho de carcaça, para efetivamente controlar custos e prever lucros. O ganho médio diário (GMD) é um guia apropriado porque afeta os custos diretamente através de dias de alimentação e a relação com ganhos de carcaças, e indiretamente, por causa da alta correlação com a eficiência de conversão alimentar (Soares, 2018).

Utilização da DDG na alimentação animal, grãos secos por destilação (*Dried Distillers Grains*), extraído durante o processo de destilação, consiste de um concentrado proteico que pode representar uma alternativa economicamente viável nas regiões em que o Milho apresenta um preço baixo. É um subproduto da obtenção do etanol de Milho, com alta tendência de crescimento no Brasil, em substituição ao farelo de soja. Além disso, além da destinação desse produto para bovinocultura, que apresenta maior demanda de DDG no Brasil, a avicultura e a suinocultura também estão substituindo grande segmento do farelo de soja pelo subproduto do Milho. Se a diferença de preço é grande, em termos de proteína bruta o diferencial entre os produtos é menor, com o farelo tendo 48% e o DDG 32%, em média.

Com os custos de produção cada vez mais altos para pecuária, o DDG ganha destaque na nutrição animal, devido ao adequado custo-benefício. Esses coprodutos apresentam, aproximadamente, 30% de proteína bruta, um produto considerado uma fonte proteica. De acordo com a Nassem (2016), os valores para FDN, NDT, EE e Energia líquida, são respectivamente: 33,7% ou 3,37 g/kg; 89 % ou 8,9 g/kg %, 10,5 %

ou 1,05 g/kg e 1,5 Mcal/g. As vantagens desse subproduto são ser considerados como concentrado energético, em face de elevados níveis de energia em sua composição; ricos em fibra e pobres em amido (cerca de 1% de amido residual), podendo ser utilizados para redução da acidose ruminal (problema em dietas “quentes”), na qual a proporção de concentrado é maior que a de volumoso; adequação do custo-benefício quando comparado com outros alimentos energético proteicos utilizados na composição das dietas de ruminantes.

Sorgo

Histórico e distribuição da espécie no Brasil e no mundo

O Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) provavelmente foi “domesticado” na Etiópia, cerca de 5.000-7000 anos atrás, sendo em seguida cultivado na África Ocidental, desde o Sudão até o rio Niger (Fernandes, 1981). O seu cultivo é relativamente novo, nas Américas, tendo sido introduzido nos Estados Unidos, em 1857. No Brasil, a sua introdução se atribui aos escravos e a cultura ficou conhecida como Milho d’Angola (Lira, 1981).

Embora seja uma cultura antiga, foi somente no final do século XIX que se tornou importante dentre os cereais, em área cultivada (FAO, 2019). Segundo outros relatos, originou-se no quadrante noroeste da África, onde pode ser observado a maior concentração de variabilidade de espécies nativas e espécies cultivadas. Daí tendo sido domesticado cerca de 7.000 anos atrás provavelmente na Etiópia, por processos seletivos entre espécies silvestres de *Sorghum arundinaceum* ou *Sorghum vereticifolium*, atingindo posteriormente a Índia e a Tailândia. A partir da Índia, o Sorgo alcançou a China e a Europa no século III d. C. Também existem relatos que antes desses fatos, o Sorgo já havia sido observado na Coreia e nas províncias chinesas do entorno, introduzido pelas “rotas da seda” que seguiam da Ásia Menor em direção ao Extremo Oriente. Nas Américas, as introduções do Sorgo são da primeira metade do século XIX e daí atingiram os Estados Unidos, onde foi muito utilizado na produção de xaropes (Santos et al., 2005).

É utilizado como alimento humano em muitos países da África, Sul da Ásia e América Central e é importante componente da alimentação animal nos Estados Unidos, Austrália e América do Sul.

Dentre os cinco cereais mais cultivados no mundo, o Sorgo granífero fica na quinta posição após ao trigo, Milho, Arroz e Cevada com uma área de 40- 42 milhões

de hectares (Tabela 1). Vale salientar que o cereal mencionado é o Sorgo granífero, uma cultura industrial de uso multivariado. Além desse que é o mais importante, são produzidos outros tipos de Sorgo quanto a natureza de exploração e que também apresenta aspectos fisiológicos e de produção diferenciados: o tipo forrageiro (destinado a corte e produção de silagem); sacarino (para produção de xarope, biocombustível e também silagem); energia (Sorgo para produção de biomassa e combustão); herbáceo (para produção de feno, no caso do Sorgo sudão), vassoura (tipo de Sorgo artesanal e de produção localizada e regionalizada para produção de vassoura) e os tipos de dupla finalidade ou de duplo propósito (tipo que atende a produção de grãos e de forragem verde).

O Sorgo, em comparação com o Milho, apresenta a vantagem de ser cotado a menor preço, flutuando entre 70 - 80 % do valor deste. Da mesma forma que o Milho, o Sorgo é um cereal rico em amido atingindo valores médios da ordem de 650 a 720 g/kg de MS. Além disso, também apresenta teores médios de proteína bruta de 110-120. O NDT do Sorgo apresenta valores inferiores aos do Milho, em torno de 90 %.

Esse menor valor energético do Sorgo, comparado ao Milho, se deve à sua menor digestibilidade do amido. Assim, o Sorgo é o grão que apresenta menor digestibilidade, mesmo levando em consideração Cevada, Trigo e Aveia. Esse fato se deve a uma maior ocorrência de matrizes e também de corpos proteicos que revestem os grânulos de amido presentes no Sorgo. A principal forma de processamento do Sorgo é a floculação, onde a moagem fina é mais recomendada do que a moagem mais grosseira.

Somente na África, cerca de 40 nações cultivam o produto, entretanto, apenas nove desses países são responsáveis por cerca de 50 % da produção mundial: Nigéria, Sudão, Etiópia, Burkina Faso, Camarões, Chad, Níger, Tanzânia e Mali. Considerando esses países e mais o sudeste da Ásia, vale salientar que mais de 500 milhões de pessoas vivem dependendo do produto, gerado sob baixos níveis de insumos (Dicko et al., 2006), com produtividade média em 2018 de 1.408 kg/ha (FAO, 2019). Nesses países, esse cereal pode chegar a suprir em torno de 70% da ingestão calórica diária, sendo, por isso, de importância fundamental na segurança alimentar (Dicko et al., 2006).

No biênio 2017/2018, os países de maiores áreas de cultivo acima de 3.500.000 hectares, apresentam níveis baixos de produtividade, dentro da faixa de 500 a 1.200 kg/ha. O grupo de países de maiores produtividades entre 2.500 a 4.700 kg.ha⁻¹ são representados por Estados Unidos, China, Argentina, México, Brasil, Etiópia e Austrália (Tabela 7).

Tabela 7. Área de cultivo e rendimento de Sorgo granífero nos principais países produtores, 2017 e 2018.

País Produtor	Área cultivada (ha)		Produtividade (kg/ha)	
	2018	2017	2018	2017
Índia	4.960.000	5.862.000	967	779
Nigéria	6.125.132	5.820.000	1.120	1.192
Sudão	7.180.000	5.411.500	696	691
Níger	3.896.366	3.820.696	539	509
Estados Unidos	2.048.140	2.041.660	4.526	4.503
Burkina Faso	1.907.650	1.667.193	1.011	819
México	1.300.528	1.427.801	3.484	3.399
Etiópia	1.828.474	1.840.018	2.697	2.617
Mali	1.346.544	1.585.986	1.091	878
Austrália	462.191	367.920	2.720	2.701
Tanzânia	790.365	782.717	1.023	1.017
Chad	1.138.787	1.147.470	867	824
Brasil	793.575	744.571	2.864	2.986
Argentina	437.463	541.955	3.573	4.662
Camarões	866.510	852.456	1.634	1.586
China	483.177	621.339	4.541	4.496
Yemen	401.091	428.156	629	661

Fonte: FAO (2018).

Na Tabela 8 pode ser observado a posição da cultura do Sorgo granífero nos principais estados produtores do Brasil, no biênio 2018 e 2019, tendo as maiores áreas de cultivo os estados de MG e de GO, com áreas de cultivo de 216 e 235 mil hectares e 258 e 285 mil hectares, nos anos de 2018 e 2019, respectivamente.

Tabela 8. Área colhida, produção obtida e rendimento do Sorgo granífero nos principais estados produtores do Brasil, no biênio 2018 e 2019.

UF	2018			2019		
	Área colhida (ha)	Produção obtida (t)	Rendimento (kg/ha)	Área colhida (ha)	Produção obtida (t)	Rendimento (kg/ha)
PA	4.485	13.266	2.958	20.651	39.771	1.926
TO	22.708	40.289	1.777	26.661	47.113	1.767
MA	105.608	59.356	562	10.855	21.882	2.016
PI	14.131	23.013	1.629	30.248	62.810	2.077
BA	60.760	109.305	1.800	62.124	106.056	1.707
MG	216.620	803.728	3.710	235.246	843.932	3.567
SP	30.190	94.955	3.145	64.846	227.037	3.501
RS	4.635	12.783	2.758	4.103	11.789	2.873
MS	5.909	18.354	3.106	10.300	35.102	3.408
MT	68.460	163.977	2.395	59.088	136.840	2.316
GO	258.257	909.498	3.521	285.577	1.110.706	3.389
DF	7.200	30.240	4.200	5.000	24.000	4.800
BR	800.175	2.281.316	2.851	818.301	2.672.245	3.266

Fonte: IBGE (2019).

Complementando, segundo dados relatados pela APPS – Associação Paulista de Produtores de sementes e Grupo Pró Sorgo, referentes à safra 2017/2018, a área cultivada com Sorgo granífero, no Brasil, foi de 846.951 hectares. Para isso, foi levado em consideração que, para cada hectare plantado, decorrem 10 kg de sementes de material híbrido comercial. Nesse levantamento, não é levado em consideração os materiais varietais regionais, fato esse que iria incrementar a área de cultivo da cultura, principalmente na região (APPS, 2020).

Considerando-se a área de cultivo de Sorgo granífero, no semiárido brasileiro, e mais nos segmentos de clima tropical dos estados do Maranhão e do Piauí, compreendendo o período de 2011 a 2018 (Tabela 9), evidencia-se evolução da área de plantio. Essas novas fronteiras para o Sorgo granífero ficam no contexto da região delimitada como MATOPIBA (áreas de Cerrado de interface com os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) em permanente cultivo rotacionado com a cultura da Soja. A área de cultivo nessa região (semiárido brasileiro e poções de clima

tropical do sul do Maranhão, do sudoeste do Piauí e extremo oeste da Bahia) variou de 9,1 a 22,7 % da área total de Sorgo no Brasil.

Vale frisar que o período entre 2012 a 2017 ficou caracterizado, no semiárido brasileiro e nessas áreas mencionadas como anos de seca severa e de prenúncio configurado de mudanças climáticas.

Tabela 9. Área cultivada de Sorgo granífero, no semiárido brasileiro (SAB) e poções de clima tropical dos estados da Bahia, Maranhão e do Piauí e principais estados produtores.

UF	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
MA	-	-	-	-	11.170	11.319	91.830	105.608
PI	5.173	2.500	-	11.291	13.143	514	18.074	-
CE	2.110	950	580	690	400	-	-	-
RN	8.037	1.000	2.206	912	162	190	779	435
PE	2.761	-	-	-	-	-	-	309
BA	109.871	54.115	93.092	112.548	118.457	63.814	58.382	60.740
MG ⁽¹⁾	3.745	4.402	3.723	5.004	4.138	4.916	2.077	4.200
SAB ⁽²⁾	131.697	62.967	99.601	130.445	147.470	80.753	171.142	167.862
Brasil	757.410	687.952	792.838	840.093	732.281	558.189	744.571	793.575
% SAB/BR	17,4	9,1	12,5	15,5	20,1	14,4	22,7	21,5

Região semiárida de MG: Norte e Vale do Jequitinhonha; sab⁽²⁾ – Semiárido Brasileiro segundo o Instituto Nacional do Semiárido + sul do MA, sudoeste do PI e extremo oeste da BA – região de clima tropical seco e afetado pelas estiagens.

Fonte: IBGE (2018).

Apesar do elevado nível de conhecimento tecnológico sobre a cultura, por parte das entidades de pesquisa, e da alta capacidade de produção das cultivares disponíveis no mercado, a área de cultivo e produtividade média nacional têm se mantido baixas, aquém do potencial genético da cultura.

Caso as recomendações da cultura do Sorgo sejam utilizadas e adotadas é possível a elevação significativa da produtividade (Menezes et al., 2018).

A principal utilização desse cereal no Brasil é na alimentação animal, notadamente na fabricação de rações e em substituição parcial do Milho e com menor custo de produção. Esse provável aumento de demanda do Sorgo como ração animal, pode ser devido ao seu alto potencial de produção de grãos, riqueza em amido e valores menores de micotoxinas do que o grão do Milho. Existe hoje

no mercado, cerca de 70 - 80 cultivares recomendadas de Sorgo para as diferentes regiões do Brasil. As cultivares que são objetos nesse capítulo são as graníferas e as de duplo propósito.

A área de Sorgo de duplo propósito da variedade IPA 1011 para produção de grãos, no Estado de Tocantins é apresentada na Figura 3.



Figura 3. Área de Sorgo de duplo propósito, variedade IPA 1011- Tocantins.

Aspectos botânicos, fisiológico e morfológicos

Essa espécie pertence à família poácea, subfamília Panicoideae e tribo Andropogoneae (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. Em 1961 Clayton propôs o nome *Sorghum bicolor* (L.) Moench como o correto para o Sorgo cultivado, nome que se utiliza atualmente (FAO, 1995; Simón; Golik. 2020).

Com relação aos aspectos fisiológicos e morfoagronômicos, apresenta uma estrutura radicular composta por raízes que possui sílica na endoderme, grande quantidade de pelos absorventes e altos índices de lignificação de periciclo, o que confere a cultura maior tolerância a seca do que as demais. O caule por sua vez é dividido em nós e entrenós e folhas ao longo de toda a planta, são herbáceos, sublenhosos, e de floração anual. Compreende espécies anuais e espécies vivazes. Atinge 1 a 4 metros de altura, tendo vários caules por pé (afilhamento), em que cada um dos quais tem uma estrutura terminal do tipo paniculado.

Apresenta ampla adaptabilidade e pode se adequar a diferentes tipos climáticos, desde condições subtropicais até climas temperados. Esse fator se associa a maior tolerância a seca e resistência à salinidade (Tesso et al. 2005; Almodares; Hadi, 2009). Em face de prováveis características xerofíticas e também de mecanismos morfológicos e bioquímicos, essa planta apresenta a habilidade de permanecer dormente durante as fases de estresse hídrico e tão logo retoma o seu crescimento quando as condições de umidade se apresentarem favoráveis (Landau; Sans, 2010).

É uma planta C4, de dia curto e de elevada eficiência fotossintética, com altos índices de energia acumulada, com taxas de fotossíntese foliar variando de 30 a 100 mg dm⁻² h⁻¹ CO₂, dependendo de aspectos genéticos, intensidade luminosa e da idade das folhas (Ratnavati et al., 2003).

Com relação a estrutura reprodutiva, sua inflorescência é uma panícula e seu fruto é uma cariopse ou grão seco. A flor hermafrodita do Sorgo é representada por uma espiga séssil, fértil, acompanhada por duas espiguetas estéreis pedunculadas que caracterizam o gênero. Outros relatos pormenorizam a biologia floral do Sorgo, informando que a inflorescência é uma panícula, com um eixo central denominado de ráquis, de onde saem eixos secundários. A O fruto é denominado de cariopse ou também chamado de grão seco. A planta apresenta flores andróginas, sendo classificada como uma espécie autógama (House, 1980).

A fenologia ou os estádios de desenvolvimento do Sorgo são descritos a seguir: A adequação de práticas de manejo da cultura do Sorgo está associada aos estádios fenológicos da planta, que variam de acordo com a cultivar e também condições edafo-climáticas. As fases fisiológicas do Sorgo iniciam no Estádio Zero (Emergência) – Vai da semente ao surgimento do coleóptilo na superfície do solo. Ocorre de 4 a 10 dias, dependendo das condições ambientais e qualidade da semente até ao Estádio 9 (Maturação fisiológica) – Os grãos estão com 22 a 23% de umidade. Cerca de 95 -100 dias após a emergência.

Tecnologia de produção – cultivo, manejo, produtividade e ambientes de aptidão da cultura

Das plantas cerealíferas no Brasil, utilizadas também como forrageiras, o Sorgo granífero representa grande importância, de onde cerca de 818 mil hectares são obtidas 2.672.245 toneladas de grãos (IBGE, 2019). Em face de características fisiológicas, a cultura apresenta elevado potencial de produção.

Todavia, a produtividade média do Brasil da ordem de 3.266 kg/ha, ainda é considerado muito baixa, tendo em vista o potencial produtivo da cultura e também as demais produtividades obtidas nos EUA, México, Argentina e China, com 4.526, 3.399, 4.662 e 4.496 kg/ha, respectivamente (FAO, 2018). Diante disso, fica demonstrado que o sistema de produção necessita ainda ser aprimorado com vistas a obtenção de incrementos frequentes de produtividade que pode ser esperada pela cultura, que tem sua recomendação também para as regiões semiáridas onde o Milho não tem rendimento compatível, em face de estresses ambientais.

A condução da lavoura do Sorgo exige amplo planejamento no intuito de acompanhar o período do ciclo - processos de até 110 dias que compreende todos os passos envolvidos no sentido de condicionar o sucesso ou insucesso do empreendimento. Nessa ocasião, são definidos os espaçamentos recomendados, densidades de plantio, que seja manual ou mecanizado. Escolha da área, preparo de solo, fertilização ou correção aplicação de insumos (mediante recomendação laboratorial), tratos culturais (aplicação de herbicida de pré e/ou de pós-emergência) e uso adequando de cultivares recomendadas.

Sorgo pode ser plantado por dois processos básicos: convencional e direto na palha (PDP). No processo convencional o solo é gradeado, desterroado e nivelado, enquanto no processo de semeadura direta o revolvimento do solo é localizado apenas na região de deposição de fertilizante e semente prática essa de corrente uso no cerrado e nas regiões do MATOPIBA que incluem partes dos Estados do Maranhão, Tocantins, Piauí. Nesse âmbito é importante frisar os sistemas de produção existentes em distantes rincões do semiárido brasileiro onde o uso do plantio manual e manual com o auxílio da matraca é ainda utilizado, em nível de agricultura família ou pequena agricultura.

Com relação as principais pragas do Sorgo, atentar para os métodos de controle principalmente os de caráter preventivo, ou mesmo o manejo integrado de pragas. É importante salientar que no semiárido brasileiro o número de pragas que atacam o Sorgo é em número bem reduzido quando comparado com as ocorrências de insetos pragas nas demais regiões do Brasil. No semiárido brasileiro, as principais pragas são a formiga cortadeira (*Atta spp*), lagarta elasma (*Elasmopalpus lignosellus*), broca da cana-de-açúcar (*Diatraea spp*). Todas com métodos de controle definidos. Todavia surgiu no momento uma nova e séria praga do Sorgo que é o pulgão amarelo da cana-de-açúcar que ataca o Sorgo em todo o Brasil (*Melanaphis sacchari*), de difícil controle. Não tem ainda no Brasil inseticidas registrados para essa praga. O controle está sendo realizado a partir de inseticidas registrados para outros tipos de pulgão e em caráter preventivo.

Para o cultivo do Sorgo sobre todos os aspectos e regiões, o importante é seguir o zonamento de risco climático que se encontra disponível no MAPA - Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (ou zoneamentos locais em nível agroecológico ou mesmo calendário de plantio devidamente ajustado com as realidades de cada região). Com isso, fica disponibilizado o que, como e quando plantar o Sorgo, mediante cultivares recomendadas, em função de exigências de clima e de solo para cada ambiente.

Valor nutritivo do Sorgo grão, formas de utilização e desempenho animal

O valor nutritivo do grão de Sorgo é próximo ao grão do Milho com um valor energético um pouco reduzido (cerca de 90% do valor energético do Milho (NRC, 2001). Esse fato provavelmente ocorre em face de maior presença de proteínas (as prolaminas) que interferem junto aos grânulos de amido, dificultando assim, a digestibilidade (Owens; Zinn, 2005).

Um ponto em que deverá ser colocado é sobre a presença do tanino no grão do Sorgo. Esse aspecto é considerado um fator anti-nutricional. Taninos são compostos poli-fenólicos, presentes em todas as plantas em maior ou menor quantidade, dependendo da espécie (Patra; Saxena, 2010), que diminuem a degradação de proteína, podendo prejudicar o desempenho animal. Com relação as cultivares de Sorgo, tem disponibilidade no mercado cultivares com e sem tanino. Na realidade essa restrição de uso de Sorgo taninoso é só para monogástricos (aves e suínos). E nesse âmbito apenas interfere no consumo voluntário.

O mais importante é a qualidade do grão quanto a fermentação do amido. Para isso são selecionados grãos de Sorgo em função da maior ou menor vitreosidade, onde a dureza do produto é definida. Esse fato poderá influenciar diretamente no desempenho alimentar do animal. Nesse âmbito é relatado que o grão do Sorgo na alimentação animal é dentre os cereais considerado o mais adequado quanto aos diferentes métodos de processamento (laminação, moagem, grão reidratado, etc.). Essa característica interfere diretamente com o aproveitamento e podendo assim elevar a energia disponível sem alteração da respectiva composição química do produto.

Com relação ao processamento do grão do Sorgo – ocorre elevando a digestibilidade do amido presente no grão e interfere no desempenho do animal. A moagem e o grão de Sorgo reidratado são os processamentos mais utilizados. A

moagem provavelmente é processamento mais em conta, com relação a custos. Consiste em romper o endosperma e tornar o amido disponível mais facilmente à ação dos microrganismos. É importante sempre verificar o processo do peneiramento para que não tenha passagem, o grão inteiro do Sorgo.

Já o grão reidratado está ganhando cada vez mais espaço nas fazendas, como uma alternativa de armazenamento dos grãos sem precisar descontar os custos com o armazém, onde são descontados a secagem e a limpeza. Esse processo consiste na moagem do grão em peneira de 2 mm. A partir daí, vai sendo adicionada a água para que a umidade fique em torno de 35 %. A posteriori, o material poderá ser armazenado em silos tipo saco ou em silo convencional tipo trincheira ou de superfície. Nesse caso, as operações de compactação e de vedação são as mesmas de um silo convencional de biomassa verde.

Finalizando, é importante levar em consideração, os seguintes aspectos, partindo do ponto de que o Sorgo poderá ser uma alternativa adequada e viável na substituição parcial ou total do grão do Milho: a) o processo da moagem deverá deixar o Sorgo de forma muito fina; b) o grão do Sorgo deverá ser oriundo de uma cultivar sem tanino; e) e com o mínimo de vitreosidade.

Milheto

Histórico e distribuição da espécie no Brasil e no mundo

O Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) Br.) é oriundo de gramínea silvestre do oeste africano, tendo como centro primário de diversidade genética a zona semiárida Saheliana da África, entre o oeste do Sudão e o Senegal (Martins Netto; Bonamigo, 2005). É cultivado em cerca de 31 milhões de hectares nas regiões tropicais áridas e semiáridas da Ásia e África, sendo a Índia o maior produtor asiático (Subbulakshmi et al., 2019). Segundo dados da FAO em 2019, os níveis de produtividade de grãos ficam em torno de 896 kg/ha, com uma produção obtida da ordem de 29 milhões de toneladas. Nas estatísticas brasileiras não tem disponibilidade desses registros com relação a área de cultivo. Os registros iniciais da ocorrência do Milheto no Brasil vêm do Rio Grande do Sul, do ano de 1929, onde ficou conhecido como pasto italiano. O Milheto comum. Posteriormente, tem sido utilizado no País de diversas formas, como planta forrageira, pastoreio, especialmente na região Sul, onde foi introduzido, como produção de grão para fabricação de ração e como planta de cobertura do solo

para o sistema de plantio direto. Desses, em torno de 40 % ou mais utiliza o Milheto como cultura rotacional.

No Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2017) existe o registro de 553.382 produtores que declararam proceder essa técnica de plantio e que ocupam uma área total de 33.052.969 ha. Com relação as cultivares existentes, ainda são em número reduzido. Poucas foram desenvolvidas no país (de polinização aberta) e poucos híbridos e também advindas de outros países. As principais são as seguintes:

- Milheto comum: No final dos anos sessenta, a Secretaria da Agricultura e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, desenvolveram esse material a partir de introduções da Georgia, USA, juntamente com uma variedade local denominada comum. (Esta variedade foi introduzida por um padre italiano, no início dos anos 60, e por isto ficou conhecida também como pasto italiano).
- IPA-BULK 1 BF: Variedade desenvolvida pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária e pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, lançada em 1977. Desenvolvida com aptidão para produção de forragem e grãos em solos pobres da Chapada do Araripe e do agreste de Pernambuco.
- SYNTHETIC-1: variedade desenvolvida pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária e pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Composto adaptado para produção de grãos no sertão de Pernambuco.
- BN-1 e BN-2: No final dos anos oitenta e início dos anos noventa, em Bandeirantes - MS, foram desenvolvidas a partir de seleção massal fenotípica e melhorando características em cultivares locais, as variedades BN-1 (em 1986) e BN-2 (em 1991).
- ENA 1: variedade desenvolvida pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro a partir de três cultivares de origem africana (Souna III, HKP e Guerguera). A seleção foi fundamentada visando à produção de palha e de grãos em solos de baixa matéria orgânica, sem aplicação de fertilizantes e sem irrigação.
- ADR 300 e ADR 500: o programa Sementes Adriana e Bonamigo de Melhoramento disponibilizou para o mercado estas variedades que, apresentam porte mais adequado e uniforme, maior resistência às doenças destinados à produção de grãos e de massa verde.
- ADR7010: é um híbrido de Milheto da Sementes Adriana (lançado em 2007). Seus principais benefícios são o alto potencial genético para produção de grãos (30-40 sacas por hectare) e massa e o baixo custo de implantação.
- ADRs 7020: Híbrido de Milheto (Sementes Adriana) que apresenta duplo propósito, para produção de palha quanto para grão. Tem florescimento médio de 52 dias e ciclo de 100 dias.

- ADR 8010: híbrido granífero da Sementes Adriana, de porte médio, com ciclo médio de 95 dias, resistente ao acamamento e com produção média de 30 a 45 sacos/ha. Superior.
- ANM 17, ANSB- MC e ANM30: são variedades de Milheto produzido pela Agro Norte Pesquisa e Sementes, para produção de massa verde e corte. Apresentam potencial elevado para produção de grãos de até 2.000 kg/ha.

A pesquisa em Pernambuco com essa espécie foi iniciada em 1973 pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, com a introdução de diversos germoplasmas originários da África e Ásia.

No semiárido brasileiro, o Milheto foi introduzido no intuito de produção de grãos. Essa atividade remonta a partir de que a gramínea em tela é importante na alimentação humana no continente asiático e parte do africano. Sabendo que com isso, esse grão no mundo é o suporte alimentar de mais de 500 milhões de pessoas. Todavia, esse aspecto não apresentou no semiárido brasileiro devido reconhecimento com relação ao potencial produtivo de grãos. Em seu lugar, despontou na forma de utilização de uma forrageira precoce e resistente à seca.

De 1978 a 1986, foram intensificados os trabalhos com melhoramento genético com intuito de obtenção de materiais com potencial na produção de grãos e forragem. A partir de 1987, diversas técnicas foram incorporadas ao programa de melhoramento da cultura como linhas macho-estéreis (Tabosa et al., 2005). Existem alguns programas de melhoramento da cultura importantes no mundo envolvendo o *Crop Research Institute for the Semi-arid Tropics* (Icrisat), o *Indian Council of Agricultural Research* (ICAR), diferentes universidades de agricultura, *Central Arid Zone Research Institute* (Cazri), *Indian Agricultural Research Institute* (Iari) e seus diferentes parceiros internacionais e no Brasil, envolvendo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Aspectos botânicos, fisiológicos e morfológicos

As plantas do Milheto podem chegar até 5m de altura, mas geralmente atingem de 1,5 a 3m com perfilhamento vigoroso (Magalhães; Durães, 2009). Os colmos lisos com diâmetros entre 1 e 2cm e apresentando ramificações a partir de gemas laterais dos nós (Durães; Magalhães, 2005), as folhas são longas, lisas ou de superfícies pilosas e com lígulas pilosas. As lâminas foliares são lanceoladas, comprimento entre 90-100cm ou mais e 5-8cm de largura e nervura proeminente

ou não, para cima ou tombada (Magalhães; Durães, 2009), produz apenas uma raiz seminal com existência de 45 a 60 dias.

O Milheto apresenta os seguintes estádios de crescimento e desenvolvimento: o primeiro é conhecido como Fase de Crescimento 1 (FC1) onde representa a Fase Vegetativa que inicia com a emergência do coleoptilo da superfície do solo e inclui mais três estágios de desenvolvimento (ED0 a ED3), fase de crescimento 2 (FC2) composta pelos estágios de desenvolvimento ED4, ED5 e ED6 e fase de crescimento 3 (FC3) dos estágios de desenvolvimento ED7, ED8 e ED9. Apresenta polinização cruzada, com floração protogínica e tem o vento como principal mecanismo de polinização (Subbulakshmi et al., 2019).

Tecnologia de produção – cultivo, manejo, produtividade e ambientes de aptidão da cultura

O Milheto em sistemas intensivos de cultivo, quando comparado com as culturas do Milho e do Sorgo, destaca-se por características de alta produção e elevada qualidade do grão, principalmente nos períodos mais quentes e secos do ano. Como planta forrageira, apresenta ainda a vantagem de não possuir fatores antinutricionais como os cianogênicos existentes no Sorgo.

A época da semeadura, recomendação de tipos de solo e manejo empregado no cultivo, deve seguir o zoneamento de risco climático para a cultura, ferramenta existente e disponível no ZARC – Zoneamento Agrícola de Risco Climático, no MAPA – Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Com relação a utilização ou não de calagem para correção do solo e fertilização com macro e micronutrientes, deverá seguir recomendação de análises laboratoriais.

Quanto ao controle de plantas daninhas e/ou invasoras no cultivo do Milheto, seguir recomendação dos herbicidas indicados.

Com relação às pragas do Milheto, o número de insetos que atacam é muito elevado no mundo, compreendendo cerca de 458 espécies de insetos. Todavia é verificado que o Milheto é atacado por determinados grupos de pragas que são comuns em outras gramíneas. Assim, em sistema de cultivo intensivo, as diferentes culturas anuais funcionam como um *habitat* para os insetos, permitindo a sua migração entre as diferentes lavouras no sistema.

No Brasil, ainda existe pouca informação sobre o controle e o manejo dos insetos nessa cultura. Nesse aspecto, o desenvolvimento de estratégias de manejo de pragas se torna essencial, com relação à não existência de inseticidas registrados

junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para uso. Todavia, experimentalmente, diferentes inseticidas utilizados para o controle de pragas comuns ao Sorgo e ao Milho e que também são eficientes para as mesmas espécies que atacam o Milheto.

No semiárido brasileiro (além da formiga cortadeira que ataca somente na fase juvenil da planta e algumas poucas lagartas) praticamente não ocorrem pragas de importância econômica. Essa praga poderá ser plenamente controlada de forma preventiva, eliminando os formigueiros das glebas antes mesmo do plantio.

Praticamente não existe inseticidas registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para uso nessa cultura. Todavia, experimentalmente, vem sendo utilizados inseticidas para o controle de pragas comuns ao Sorgo e ao Milho com elevada eficiência para as pragas que atacam o Milheto.

Inúmeras doenças atacam o Milheto no mundo. No semiárido brasileiro não ocorrem doenças que apresentem importância econômica. Deve-se seguir metodologias de controle recomendadas para as culturas do Sorgo e do Milho.

No Zoneamento é indicado o plantio de cultivares de Milheto registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, atendidas as indicações das regiões de adaptação, em conformidade com as recomendações dos respectivos obtentores/detentores (mantenedores). No plantio, devem ser utilizadas sementes produzidas em conformidade com a legislação brasileira sobre sementes e mudas (Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, e Decreto nº 5.153, de 23 de agosto de 2004).

Valor nutritivo do Milheto grão, formas de utilização e desempenho animal

Dentre as vantagens do Milheto, em relação ao Milho, estão o maior teor proteico e maior digestibilidade dos aminoácidos (Rostagno et al., 2011). O grão de Milheto apresenta teor de proteína superior ao Milho, variando de 120 a 140 g/kg de MS (Walker, 1987), além de ausência de tanino e micotoxinas possui maior concentração de aminoácidos, destacando-se a lisina, metionina e treonina (Adeola; Orban, 1995), sendo que a única desvantagem do Milheto está relacionada ao seu reduzido valor energético (Lawrence et al., 1995). A composição química do Milheto é superior em relação ao Milho, verificando-se valores de MS 896,4 vs 871,1 g/kg de

MS, de PB 131,0 vs 82,6 g/kg de MS, de gordura 42,2 vs 36,1 g/kg de MS (Rostagno et al., 2005).

Rodrigues et al. (2001) determinaram valores energéticos de diferentes alimentos, por intermédio de ensaio com aves em crescimento e adultos e observaram que o Milheto poderá constituir-se em um alimento alternativo ao Milho, porém com valores energéticos pouco inferiores ao Milho.

O Milheto é a principal fonte de alimentos nutritivos para em regiões semiáridas de países tropicais e subtropicais, com alto teor de proteína, aminoácidos balanceados, carboidratos e gorduras.

Comparado com o Sorgo, o gérmen do grão de Milheto apresenta-se duas vezes maior, fator este que contribui para seu alto valor nutricional. Além disso, detém maiores teores de extrato etéreo (esse teor elevado de poderá afetar a qualidade do produto quando armazenado após ser moído) e de proteína (valores médios de 160 g/kg de MS), superiores ao Milho e ao Sorgo e também de aminoácidos, principalmente lisina, metionina e triptofano. Contudo, pode apresentar um ponto negativo - o teor de ácido fítico presente nos grãos.

De forma geral, o Milheto apresenta o teor protéico mais elevado do que o Milho e também maiores valores para FDA (Tabela 10).

Tabela 10. Composição dos diferentes grãos(g/kg de MS).

Composição	Milho	Milheto
PB	85	152
FDA	20	65
Amido	717	620

Fonte: Buso et al. (2011).

É sabido que o teor de amido nos grãos de Milheto é 10% inferior ao amido dos grãos de Milho (620 x 720 g/kg de MS), o que pode alterar o processo fermentativo ruminal das dietas. Além disso, o grão de Milheto é considerado um concentrado energético por apresentar menos de 180 g/kg de MS de fibra bruta e menos de 200 g/kg de MS de proteína bruta e sua energia metabolizável para ruminantes é de 3,02 Mcal/ kg. Já a composição química do Milheto apresenta valores médios de MS de 884,7 g/kg de MS, PB de 135,5 g/kg de MS, EE de 51,3 g/kg de MS e NDT de 76,37% (Valadares Filho, 2006).

Perspectivas

Em um cenário pós pandemia COVID -19, o consumidor provavelmente terá maiores e aprimoradas exigências e foco nos aspectos ligados à saúde, a origem dos produtos (de origem animal e vegetal) que consome. Além disso, serão também considerados outros aspectos inerentes a preservação ambiental, a sustentabilidade, a biossegurança e sanidade do efetivo de monogástricos e de ruminantes.

A produção nacional de Milho em grãos tem dois principais destinos: consumo rural e produto *in natura* no mercado consumidor. O Milho é o principal componente da dieta animal: participa com mais de 60% do volume utilizado na alimentação animal de bovinos, aves e suínos;

No consumo de Milho destinado à produção de ração, é estimado que 51% deste total são para a avicultura, 33% para a suinocultura, 11% à pecuária (principalmente a leiteira) e 5% é usado na elaboração de ração para os outros animais.

A composição química é variável conforme o subproduto, sendo observados valores de NDT: fubá de Milho (93,75%), grão de Sorgo moído (82,82%), gérmen de Milho (85,30%).

No semiárido brasileiro, basicamente o Milho grão é utilizado na alimentação humana de múltiplas formas. Excetuando nos pólos de pecuária leiteira ou de criação intensiva de caprinos e ovinos, localizadas em regiões de ampla aptidão e/ou vocação para esses tipos de empreendimento. Na realidade, os produtores no âmbito da agricultura familiar têm no Milho grão uma dieta voltada para alimentação humana. De forma similar as regiões produtoras desse cereal no México: Milho é para alimentação humana e Sorgo para os animais.

Uma nova vertente com relação a produtividade de Sorgo granífero no semiárido brasileiro sob condições irrigadas, evidencia fato de elevada importância. A cultura se adequa a prática do plantio direto, uso como forrageiro na pecuária de corte ou de leite.

O Milheto tem sido utilizado como planta forrageira, como pasto especialmente na região Sul, como fornecedor de sementes para fabricação de ração, além de cobertura do solo.

O Milheto é considerado como potencial para uso como fontes alimentares com potencial como o para uso em silagem, assim como o Capim-elefante, coprodutos das indústrias de transformação de alimentos e os grãos obtidos de culturas anuais secundárias, como o Sorgo.

De uma forma geral, o Milheto apresenta o teor protéico mais elevado do que o Milho e também maiores valores para FDA. Um ponto importante da utilização do Milheto em monogástricos é que poderá constituir dieta pra suínos na fase. Já a forma de utilização do grão do Milheto integral e na forma moída, é importante com relação ao aproveitamento de energia quanto ao uso em rações fareladas e peletizadas.

Agradecimento

A memória de Mário Coelho de Andrade Lima, pelo pioneirismo com as pesquisas com Sogro em Pernambuco, desde final dos anos cinquenta.

Referências bibliográficas

ABIMILHO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MILHO. **Estatística – Consumo por processo**. Disponível em: www.abimilho.com.br. Acesso: 26 de mar. 2021.

ADEOLA, O.; ORBAN, J. I. Chemical composition and nutrient digestibility of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) fed to growing pigs. **Journal of Cereal Science**, v.22, n.2, p.177-184, 1995.

AGEITEC: **agência embrapa de informação tecnológica**. Disponível em: www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html. Acesso 15 de abr. 2021

ALMODARES, A.; HADI, M. R. Production of bioethanol from sweet sorghum: a review. **African Journal of Agricultural Research**, v. 4, n. 9, p. 772-780, 2009.

APPS. ASSOCIAÇÃO PAULISTA DOS PRODUTORES DE SEMENTES E MUDAS. **Grupo Pró-Sorgo: Evolução da área e produção do sorgo no Brasil**. Disponível em: <http://www.apps.agr.br/dado-estatisticos/>. Acesso em: 02 fev. 2020.

BUSO, W. H. D.; MACHADO, A. S. . SILVA, L. B.; FRANÇA, A. F. S. Uso do Milheto na alimentação animal. **PUBVET**, v. 5, n. 22. 2011.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries Históricas**. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safra-seriehistorica-dashboard>. Acesso em: 10 mar. 2020

DICKO, M. H.; GRUPPEN, H.; THAORÉ, A. S.; VORAGEN, A. J.; BERKEL, W. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. **African Journal of Biotechnology**, v. 5, n. 5, p. 384-395, 2006.

DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C. Ecofisiologia do Milheto. IN: MARTINS NETTO, DÉA ALÉCIA; DURÃES, FREDERICO OZANAN MACHADO (eds.). **Milheto: tecnologias de produção e agronegócio**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 93–120.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Ecofisiologia e fenologia**. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, p. 21-54. 2000.

FAO. **El sorgo y el mijo en la nutrición humana**. Colección FAO: Alimentación y nutrición, n. 27, 1995. 197 p.

FAO – Food Agriculture Organization. **Faostat 2018**. Disponível em: www.faostat.org/site/567/. Acesso em: 15 abr. 2021.

FAO – Food Agriculture Organization. **Faostat 2019**. Disponível em: www.faostat.org/site/567/. Acesso em: 15 de abr. 2021.

FERNANDES, C. S. Sorgo - fertilidade do solo e nutrição de plantas. Curso de extensão sobre a cultura do sorgo. **Anais...** Vitória de Santo Antão-PE: Embrapa, 1981.

GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho: do plantio à colheita**. 2ª ed. Viçosa-MG: Editora UFV. 2017. 382p.

GOODMAN, M.M.; SMITH, J.S.C. **Botânica**. in E. PATERNIANI; G.P. VIEGAS (eds.), Melhoria e Produção de Milho. Vol. I. Fundação Cargill. p. 41-78. 1987.

HOUSE, L. R. **A guide to sorghum breeding**. ICRISAT – International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics: Andhra Pradesh - India. 1980. 238 p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola municipal - Rio de Janeiro**: IBGE - Sistema IBGE de recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 15 set. 2017.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola municipal - Rio de Janeiro**: IBGE - Sistema IBGE de recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 12 nov. 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola municipal - Rio de Janeiro**: IBGE - Sistema IBGE de recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 10 fev. 2019.

KANE, N.; RIESEBERG, L. Maize genetics: the treasure of the Sierra Madre. **Current Biology**, v. 15, n. 4, 2005.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. **Cultivo de sorgo: Clima**. (Sistema de Produção, 2). 6. ed. 2010. Embrapa Milho e Sorgo. acesso em: 14 de out. 2015.

LAWRENCE, B.V. et al. Nutrient digestibility and growth performance of pigs fed pearl millet as replacement for corn. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2026-2032, 1995.

LIRA, M. A. Considerações sobre o potencial do sorgo em Pernambuco. CURSO DE EXTENSÃO SOBRE A CULTURA DO SORGO. **Anais...** Vitória de Santo Antão-PE. 1981.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. 2009. **Cultivo do Milheto**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27383/1/Ecofisiologia.pdf>. Acesso em:10 jul. 2021

MARTINS NETTO, D. A.; BONAMIGO, L. A. Milheto: Características da espécie e usos. In: MARTINS NETTO, D. A.; DURÃES, F. O. M. (eds.). **Milheto: tecnologias de produção e agronegócio**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 20–36.

MENEZES, C. B.; COELHO, A. M.; SILVA, A. F.; SILVA, D. D.; MENDES, S. M.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; RODRIGUES, J. A. S. É possível aumentar a produtividade de sorgo granífero no Brasil? In: **soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil**. Sete Lagoas: ABMS, 2018.

MOURÃO, R.C.; PANCOTI, C. G., MOURA, A. M.; FERREIRA, A. L.; BORGES, A. L. C. C.; REIS e SILVA, R. Processamento do milho na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 5, Ed. 192, Art. 1292, 2012.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381p.

OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 64-75, 2014.

OWENS, F.N.; ZINN, R.A. Corn grain for cattle: influence of processing on site and extent of digestion. In: SOUTHWEST NUTRITION CONFERENCE, 2005.Nebraska. **Proceedings...**Nebraska, p. 86-112, 2005.

PATRA, A. K. & SAXENA, J. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. **Phytochemistry**, v. 71 n 11, 12. p. 1198-1222. 2010.

RATNAVATI, C. V.; DAYAKAR, B.; SEETHARAMA, N. Sweet sorghum stalk: a suitable raw material for fuel alcohol production. **Research Bulletin**, v. 17, n. 5, p. 8-11, 2003.

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; BARBOZA, W. A.; SANTANA, R. T. Valores Energéticos do Milheto, do Milho e Subprodutos do Milho, Determinados com Frangos de Corte e Galos Adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p.1767-1778, 2001.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2011. 252p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, E. F. M.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005.

SANTOS, F. A. P.; CARARETO, R.; MARQUES, R.S. Processamento de grãos para bovinos de corte. In: Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, 9 **Anais... FEALQ**, Piracicaba. 2011 p 403-432.

SANTOS, F. G.; CASELA, C.R.; WAQUIL, J.M. Melhoramento de espécies cultivadas: Melhoramento do sorgo. UFV, MG – BORÉM, A. **Melhoramento de espécies** 2ªEd., p.605-658. 2005.

SILVA, W.J. **Genética e melhoramento do milho**. Campinas-SP: Fundação Cargill. 1975. 66p.

SIMÓN, M. R, GOLIK, S. I. **Cereales de verano 1a edición** - La Plata: Editorial de la Universidad de La Plata. 428p. 2020.

SOARES, C. S. **Desempenho de bovinos confinados consumi dieta do alto grão**. - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido. Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia. Sumé - PB: [s.n], 2018. 57 f.

NASSEM - NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **Nutrient requirements of beef cattle**. Eifht Revised Edition. Washington, DC: The National Academic press, 2016.

SUBBULAKSHMI, K.; RAVIKESAVAN, R.; BABU, C.; IYANAR, K. Study of genetic variability in pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] hybrids for grain yield and quality parameters. **Agricultural Science Digest - A Research Journal**, v. 38, n. 4, p. 289–292, 2019.

TABOSA, J. N.; BRITO, A. R. M. B.; AZEVEDO NETO, A. D.; DIAS, F. M.; SANTOS, M. C. S.; SIMPLÍCIO, J. B.; LIRA, M. M.; TAVARES, J. A.; SANTOS, F. G.; PITTA, G. E. V.; RODRIGUES, J. A. S.; MARTINS NETTO, D. A. Milheto. In: KIILL, Lúcia Helena Piedade; MENEZES, Eduardo Assis (eds.). **Espécies Vegetais Exóticas com potencialidades para o semi-árido brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 275–299.

TESSO, T. T.; CLAFLIN, L. E.; TUINSTRA, M. R.. Analysis of stalk rot resistance and genetic diversity among drought tolerant sorghum genotypes. **Crop Science**, v. 45, n. 2, p. 645-652. 2005.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JR, S. C. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 239p. 2006.

WALKER, C. E. Evaluating pearl millet for food quality. In: **INTSORMIL ANNUAL REPORT**, Lincoln: University of Nebraska, p.160-166, 1987.

14

Metabólitos secundários com função aditiva para melhorar o valor nutritivo de plantas forrageiras

Evaristo Jorge Oliveira de Souza¹

James Pierre Muir²

Mércia Virginia Ferreira dos Santos^{1,4}

Luana Mayara Dantas Queiroz¹

Kelly Cristina dos Santos¹

Márcio Vieira da Cunha³

Introdução

A utilização de metabólitos secundários de origem forrageira com função aditiva na nutrição de ruminantes torna-se uma importante ferramenta para melhorar o valor nutritivo de gêneros alimentares e assim promover elaboração de programas de alimentação adequados ao perfil de metabólitos encontrados nas

¹ - Universidade Federal Rural de Pernambuco-UAST; ² - Universidade Texas A & M; ³ - Universidade Federal Rural de Pernambuco-Sede. ⁴- Bolsista de Produtividade do CNPq.

pastagens. A grande maioria das plantas forrageiras contém compostos bioativos, tais como alcaloides, terpenos, óleos essenciais, saponinas e taninos, com propriedades antimicrobianas (otimiza fermentação ruminal) que podem ser exploradas na produção de ruminantes.

Os compostos bioativos são oriundos do metabolismo secundário das plantas. Estes podem ser descritos como metabólitos não nutritivos das plantas, uma vez que, suas funções estão relacionadas com a proteção da planta contra ataque de predadores (animais herbívoros, insetos e ou microrganismos), crescimento e reprodução (Wallace et al., 2002; Greathead, 2003). De acordo com Beauchemin et al. (2008) e Bodas et al. (2012), alguns desses compostos bioativos apresentam efeito tóxico direto sobre as *Archae* metanogênicas (ex: taninos condensados) e protozoários (ex: saponinas), provocando efeito combinado com a redução da ingestão de matéria seca com aumento da digestibilidade.

Os compostos oriundos do metabolismo secundário das plantas possuem mecanismos de atuação capazes de melhorar a eficiência da fermentação ruminal, para na prática, aumentar a produção de propionato, diminuir a metanogênese e a deaminação de aminoácidos dietéticos no rúmen (Bodas et al., 2012; Flachowsky & Lebzien, 2012; Geraci et al., 2012; Hutton et al., 2012; Klevenhusen et al., 2012). Pelos diversos fatores citados acima, objetivou-se neste capítulo evidenciar os efeitos da utilização de metabólitos secundários encontrados em plantas forrageiras para otimização do seu valor nutritivo, sobretudo nos aspectos relacionados ao consumo, digestibilidade e modulação da fermentação ruminal.

Formação dos metabólitos secundários

Os produtos do metabolismo secundário possuem funções ecológicas significativas nos vegetais, como: proteção contra a herbivoria, proteção contra infecções por microrganismos patogênicos, atração de polinizadores e competição com outros vegetais. Evolucionistas deduziram que mutações aleatórias nas rotas do metabolismo primário culminaram no surgimento de novos compostos nocivos para herbívoros e microrganismos. Assim, surgiram os compostos secundários que passaram a auxiliar na adaptação das plantas, por agirem na defesa contra bactérias, fungos e herbívoros, bem como conferindo cor e odor aos vegetais de forma a comunicar essa defesa aos herbívoros e estes podem ser encontrados em diversas plantas forrageiras (Tabela 1).

Tabela 1. Metabólitos secundários de plantas forrageiras

Espécies	Metabólitos secundários						Autores
	Taninos	Saponinas	Flavonoides	Glicosídeos cianogênicos	Terpenos	Esteroides	
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	+	-	+	-	-	-	Silva et al. (2011)
<i>Cynodon</i> sp.	+	+	+	+	-	+	Bueno et al. (2008); Chowdhury et al. (2017)
<i>Sorghum bicolor</i> (L.)	+	-	+	-	-	-	Bueno et al. (2008); Dykes (2019)
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd)	+	+	+	-	+	+	Azevedo et al. (2015); Bezerra et al. (2011)
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	+	+	+	-	-	-	Bezerra et al. (2011)
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> (Benth)	+	-	-	-	+	+	Callou et al. (2012)
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit.	+	-	+	-	-	-	Chew et al. (2011); Scapinello et al. (2003)
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC	+	+	+	-	+	+	Singh (2012); Prabha et al. (2014)
<i>Bauhinia cheilantha</i> Steud.	+	-	+	-	-	-	Guimarães-Beelen et al. (2006); Peixoto Sobrinho et al. (2009)
<i>Capparis flexuosa</i> L.	+	-	+	-	-	-	Cruz et al. (2007); Franco (2019)
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	+	-	-	+	-	-	Cruz et al. (2007) França et al. (2010)
<i>Cnidioscolus quercifolius/phyllacanthus</i> Pax & K. Hoffm. Mull. Arg.	-	-	-	+	+	-	Souza et al. (2012); Lemos et al. (1991)
<i>Sida galheirensis</i> Ulbr.	-	-	+	-	-	-	Silva et al. (2006)
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	+	-	-	-	-	-	Cruz et al. (2007)

Segundo Taiz & Zeiger (2013), os metabólitos secundários vegetais podem ser divididos em três grupos distintos quimicamente: Compostos nitrogenados, que incluem os glicosídeos cianogênicos e os alcaloides, sendo estes sintetizados a partir de aminoácidos comuns, tais como lisina, fenilalanina e triptofano; Compostos fenólicos, que incluem taninos, flavonoides e lignina; e Terpenos, que incluem os óleos essenciais, saponinas e esteroides (Figura 1).

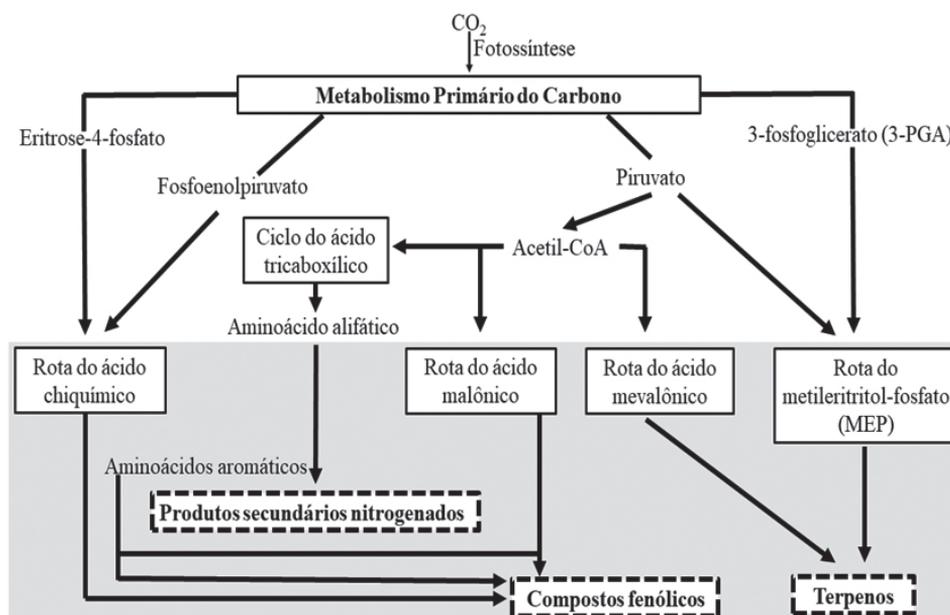


Figura 1. Esquema simplificado das principais rotas de biossíntese de metabólitos secundários e suas inter-relações com o metabolismo primário.

Fonte: Taiz & Zeiger (2013).

Terpenos

Terpenos compõem o maior grupo de metabólitos secundários (Tedeschi et al., 2021). As distintas substâncias desse grupo são, em geral, insolúveis em água e sintetizadas a partir da acetil-CoA ou por intermediários glicolíticos. Derivam-se da união de unidades pentacarbonadas (onde apresentam um esqueleto ramificado de isopentano) e são classificados pelo número dessas mesmas unidades (Tabela 2). De

acordo com Taiz & Zeiger (2013), a biossíntese dos terpenos se dá a partir de duas rotas distintas: a rota do ácido mevalônico, onde três moléculas de acetil-CoA são ligadas para formar o ácido, e a rota do metileritritol fosfato (Figura 1).

Tabela 2. Unidades pentacarbonadas, número de átomos de carbono e classes de terpenos

Terpenos	Unidades pentacarbonadas	Número de átomos de carbono
Monoterpenos	2	10
Sesquiterpenos	3	15
Diterpenos	4	20
Triterpenos	6	30
Tetraterpenos	8	40
Politerpenóides	> 8	-

Fonte: Adaptado de Taiz & Zeiger (2013).

Compostos nitrogenados

Compostos nitrogenados incluem metabólitos secundários que apresentam nitrogênio em sua estrutura. Os alcaloides e os glicosídeos cianogênicos são os mais estudados e conhecidos, devido as suas propriedades medicinais e seus efeitos tóxicos para humanos e animais. Esses são sintetizados por meio de aminoácidos comuns.

Os alcaloides, em geral, possuem seu átomo de nitrogênio fazendo parte do anel heterocíclico e são, por via de regra, sintetizados a partir de um ou poucos aminoácidos comuns, sendo os principais: tirosina, triptofano e lisina (Taiz & Zeiger, 2013). As principais classes de alcaloides são: pirrolidínico, tropânico, piperidínico, pirrolizidínico, quinolizidínico, isoquinolínico e indólico (Tabela 3). Algumas gramíneas fazem simbiose com fungos endógenos que crescem no apoplasto e sintetizam grande variedade de alcaloides, ou seja, nem todos não produzidos pela própria planta.

Tabela 3. Principais classes de alcaloides e seus precursores biossintéticos

Classe de alcaloide	Precursor biossintético
Pirrolidínico	Ornitina (aspartato)
Tropânico	Ornitina
Piperidínico	Lisina (ou acetato)
Pirrolizidínico	Ornitina
Quinolizidínico	Lisina
Isoquinolínico	Tirosina
Indólico	Triptofano

Fonte: Adaptado de Taiz & Zeiger (2013).

Junto com os alcaloides, as plantas detêm de outros dois compostos nitrogenados com função de proteção: os glicosídeos cianogênicos e os glucosinolatos. Estes dois compostos decompõem-se quando a planta sofre alguma lesão. A quebra dos glicosídeos consiste de duas etapas: a primeira tem a clivagem do açúcar por uma glicosidase, e na segunda o produto da hidrólise chamado de α -hidroxinitrila pode se decompor lentamente para liberar ácido cianídrico (HCN). A segunda etapa pode ser acelerada pela hidroxinitrila liase (Taiz & Zeiger, 2013). Segundo Matos et al. (2005), a produção do HCN ocorre após danos mecânicos ou fisiológicos na planta, quando a linamarina e lotaustralina, com presença da água, entram em contato com a enzima linamarase, que no tecido íntegro encontram-se separadas. Há produção de glucose e acetona cianidrina no primeiro momento e, no segundo, a enzima hidroxinitrila liase catalisa a degradação da acetona cianidrina produzindo HCN e acetona.

Compostos fenólicos

Os fenóis são caracterizados por possuírem, no mínimo, um anel aromático com um ou mais grupos hidroxila e podem ter classificações diferentes de acordo com sua origem (Bodas et al., 2012). Os compostos fenólicos das plantas podem ser biossintetizados de diversas maneiras. Nos vegetais superiores, a maioria dos compostos fenólicos, pelo menos em alguma parte, é derivada da fenilalanina, produto advindo da rota do ácido chiquímico.

Duas rotas estão ligadas a síntese dos compostos fenólicos: a rota do ácido malônico e a rota do ácido chiquímico (Figura 1). Existem duas categorias de taninos: hidrolisáveis e condensados. Os taninos condensados são formados pela polimerização de unidades de flavonoides, enquanto os hidrolisáveis são polímeros

heterogêneos que possuem ácidos fenólicos, em especial o ácido gálico, açúcares simples, com tamanho menor e são hidrolisados com maior facilidade (Muir, 2011).

Taninos condensados foram analisados pela quantidade de fenóis precipitados em proteína (PPP) por Queiroz (2016) em folhas de *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thell.. Foi verificado efeito isolado em folhas nos intervalos de corte (Tabela 4) e acessos (Tabela 5), aumentando a quantidade de PPP aos 120 dias de colheita (78.3 g kg⁻¹ de MS) (Tabela 2), representando um aumento de 194%.

Table 4. Proteína bruta e fenóis precipitados em proteína de acessos de *Desmanthus pernambucanus* manejados em diferentes frequências de corte

Variáveis (g kg ⁻¹ de MS)	Frequência de corte (dias)		Valor de P	Erro padrão	Coeficiente de variação (%)
	75	120			
Proteína bruta	237	202	0,01	4,0	8,1
Fenóis precipitados em proteína	27	78	0,01	4,8	48,1

Fonte: Queiroz (2016).

Table 5. Proteína bruta e fenóis precipitados em proteína de folhas em acessos de *Desmanthus pernambucanus*

Acessos	Proteína bruta (g kg ⁻¹ de MS)	Fenóis precipitados em proteína (g kg ⁻¹ de MS)
6G	214b	51b
7G	210b	70a
CSIRO bank	234a	37b
Erro Padrão	5	7
Coeficiente de variação (%)	8	48

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo Teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

Fonte: Queiroz (2016).

Vale ressaltar que fatores bióticos e abióticos, como características químicas do solo, umidade do solo e as variáveis meteorológicas influenciam na concentração de taninos nas plantas, conforme observado por Souza et al. (2020) que relataram 76% da variação dos taninos condensados (TC) produzido por *Mimosa tenuiflora* e *Anadenanthera macrocarpa*. A concentração de TC nestas duas espécies foi negativamente associada à umidade do solo e à precipitação, e positivamente associada à temperatura e aos elementos químicos do solo.

Os cactos são reconhecidamente como uma importante fonte de compostos bioativos, como polifenóis, carotenóides e minerais (Alves et al., 2017). Alves et al. (2016) avaliaram cladódios secundários e terciários de diferentes espécies de cactos (*Opuntia ficus-indica*, *O. stricta*, *O. atropes*, *O. larreri* e *Nopalea cochenillifera*) quanto à presença de metabolitos secundários. Foram observados níveis mais expressivos de substâncias glicosídicas e compostos fenólicos (taninos e flavonóides) nas plantas durante a estação chuvosa do que na seca. Esta pode ser uma estratégia fisiológica para prevenir a oxidação por radicais livres, formas reativas de oxigênio e estabilizar proteínas e membranas celulares em plantas expostas ao estresse hídrico na estação seca.

Efeitos sobre o consumo e digestibilidade

Os compostos oriundos do metabolismo secundários das plantas podem estimular ou diminuir a ingestão de matéria seca, bem como promover efeitos positivos ou negativos na saúde dos ruminantes (Tabela 6). Suas concentrações elevadas podem ser consideradas prejudiciais no aspecto nutricional das plantas forrageiras por reduzirem a palatabilidade e conseqüentemente aceitabilidade.

Bonfim et al. (2012) e Kuss et al. (2008) relataram que a ingestão em excesso de TC influencia na aceitabilidade de alimentos pelos ruminantes e desta forma, reduzir o consumo. De acordo com Kingori et al. (2011) e Ali et al. (2012), o uso de compostos secundários de plantas na dieta de ruminantes pode causar uma série de distúrbios no metabolismo do animal, além de poder atuar diretamente em outras funções do organismo como o sistema nervoso central. No entanto, Silva et al. (2016), Alves Júnior et al. (2017) e Coelho et al. (2020) não encontraram influência dos metabolitos secundários na ingestão de nutrientes em ovinos. Naumann et al. (2014) propõem que estas diferenças no efeito biológico de TC no rúmen refletem diferenças moleculares.

De acordo com Muir (2011) e Cordero et al. (2017), alguns ruminantes, sobretudo os caprinos, desenvolveram adaptações fisiológicas, e até mesmo dependência de leguminosas ricas em TC, incluindo este tipo de plantas em seus hábitos de pastejo, por vezes dando preferência a essas. Estas observações encontram respaldo na ampla presença de glândulas salivares e grande capacidade de salivação destes animais, produzindo boa quantidade de muco, que podem se ligar aos taninos, deixando as proteínas livres para a digestão, minimizando assim o efeito negativo

desses compostos. A saliva dos caprinos contém proteínas capazes de neutralizar taninos condensados durante a ingestão de forragem (Schmitt et al., 2020).

Tabela 6. Efeitos dos metabólitos secundários das plantas sobre a saúde de ruminantes

Sistema ou função de órgãos	Positivo	Negativo
Consumo de alimento	Aperitivo Aumento da ingestão Automedicação	Aversão Ingestão reduzida
Rúmen	Melhoramento da atividade microbiana Redução de metano Melhorar a digestão da fibra Aumento de AGCC* Aumento propionato Redução proteólise Aumento a síntese de proteína microbiana Controle desordens ruminais	Redução da atividade microbiana Redução da utilização da fibra Redução dos AGCC Redução da atonia ruminal
Intestino	Melhoramento digestão Manutenção equilíbrio microflora Inibição patógenos intestinais Prevenção/cura da diarreia	Redução das atividades das enzimas Redução da eficiência alimentar Reduzir a viscosidade
Fígado	Prevenção danos no fígado	Danos no fígado
Coração	Cardioprotetor	Arritmia Síndrome hemorrágica Necrose cardíaca
Rins	Redução da formação / dissolver cálculos urinários	Necroses Degeneração do túbulo renal
Pele	Cura feridas da pele Cicatrização Alívio irritação e inflamação da pele	Fotossensibilização
Lã	Promoção da produção de precursores de lã	-

Fonte: Adaptado de Durmic & Blache (2012). *AGCC: ácidos graxos de cadeia curta

Além do efeito direto dos TC na performance animal, pode-se destacar o efeito anti-helmíntico. Burke et al. (2012) observaram a eficácia de *Lespedeza cuneata* em monocultivo ou consorciada com *Festuca arundinacea*, bem como de *Cynodon dactylon* em monocultivo. Os autores observaram que cordeiros desmamados em pastejo da leguminosa solteira e consorciada obtiveram menor incidência de vermes gastrointestinais, principalmente *Haemonchus contortus* e *Trichostrongylus* spp. Já para cabritos, o efeito dos tratamentos não foi efetivo, visto que *H. contortus* não foi predominante nesta categoria.

Whitley et al. (2018) observaram que *L. cuneata* fenada (de 750 para 250 ovos por grama) e ensilada (de 750 para 500 ovos por grama) foram eficientes na redução de vermes gastrointestinais de caprinos, sendo o feno sete dias mais rápido e eficiente do que a silagem, dentro de 28 dias de observação. Apesar da conservação de forragem reduzir a quantidade de taninos condensados extraíveis, o feno foi mais consumido do que a silagem pura ou com polietileno glicol (350 vs 224 vs 234 g dia⁻¹, respectivamente).

A manipulação da fermentação ruminal promovida pelos metabolitos secundários encontrados nas plantas podem estimular a ingestão dos nutrientes em virtude do aumento de bactérias Gram-negativas. Benchaar & Greathead (2011), Biswas et al. (2013) e Alves Júnior et al. (2017) relataram que os taninos condensados têm aptidão para inibir a atividade de bactérias Gram-positivas e protozoários ciliados no rúmen, sem, contudo, alterar o crescimento das bactérias Gram-negativas. Assim, é possível inferir que tais mudanças na microbiota ruminal aumenta o fluxo de proteína microbiana no intestino delgado (consequência da maior taxa de multiplicação das bactérias Gram-negativas e redução da predação promovida pelos protozoários), e consequentemente o fluxo de matéria orgânica digestível. Aumentam, desta forma, a taxa de passagem e assim estimulando a ingestão dos nutrientes. De acordo Alves Júnior et al. (2017), os taninos condensado oriundos da algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC) promoveram redução no número de protozoários ciliados no rúmen e estimularam a síntese de proteína microbiana.

Os TC podem ser considerados prejudiciais no aspecto nutricional por reduzirem a palatabilidade do alimento, a taxa de ingestão, e a digestibilidade da fração proteica. Podem também complexar-se com polímeros de celulose, hemicelulose, pectina e minerais, tornando-os indisponíveis aos microrganismos. Entretanto, podem ser considerados benéficos por melhorar a eficiência de utilização da proteína advinda da dieta, principalmente como proteína de escape e diminuição da produção de metano (Muir, 2011).

Os efeitos benéficos dos TC sobre a eficiência de utilização da proteína se devem ao complexo formado dessas moléculas com as proteínas, permitindo o escape dessa proteína da degradação ruminal para o intestino, onde as condições do meio permitem que o complexo seja desfeito e os aminoácidos provenientes da dieta sejam absorvidos de forma direta. Do contrário, se a proteína que chega ao rúmen for utilizada pelos microrganismos em suas máximas taxas de degradação, a amônia formada como produto da degradação poderá exceder a capacidade de incorporação do nitrogênio à proteína microbiana, o que leva a perdas líquidas de nitrogênio e consequente baixa eficiência na sua utilização (McAllister et al., 2005). Uma ligeira

redução na taxa de degradação da proteína pode também ser associada aos efeitos positivos dos taninos, uma vez que, pode aumentar a eficiência de síntese de proteína microbiana, devido a uma sincronização na liberação dos nutrientes (Makkar, 2003).

As bactérias proteolíticas, que utilizam aminoácidos de origem dietética para seu crescimento, produzem grandes quantidades de amônia resultante das proteases ruminais (Aquino et al., 2009). Por sua vez, as bactérias que utilizam amônia, como as celulolíticas, nem sempre conseguem utilizar toda a amônia produzida e então esta substância é perdida. Com base neste fato, os metabolitos secundários possuem ações bioativas sobre bactérias proteolíticas e a redução das atividades deste grupo melhora o aproveitamento da amônia pelas celulolíticas, mantendo o equilíbrio entre energia e proteína necessários à produção de proteína microbiana e contribuindo para o aumento da digestibilidade da dieta. Alves Júnior et al. (2017) e Barbosa (2018) relataram redução do nitrogênio amoniacal e aumento da proteína microbiana e digestibilidade dos nutrientes em ovinos alimentados com os taninos condensados e alcaloides.

Em pesquisa utilizando plantas taníferas do bioma Caatinga, Vitti et al. (2005) observaram que ovinos alimentados com essas plantas apresentaram menor consumo e digestibilidade da MS e da PB. No entanto, ressalta-se que os efeitos provocados pelos TC dependem da concentração, estrutura e atividade desses taninos presentes nas plantas. Os resultados encontrados dos efeitos dos taninos sobre o consumo e digestibilidade variam amplamente.

Estudos realizados *in vitro* (Patra et al., 2006; Bhatta et al., 2009) e *in vivo* (Animut et al., 2008; Grainger et al., 2009), reportaram que extratos de taninos ou plantas contendo taninos, reduziram a digestibilidade dos alimentos. Beauchemin et al. (2007), testando dietas com até 20 g de TC kg⁻¹ de MS extraído do quebracho (*Schinopsis* spp.), observaram que não houve influência sobre o consumo de alimentos em vacas leiteiras. Em contraste, o fornecimento de taninos de quebracho (89 g de TC kg⁻¹ de MS) reduziu o consumo de alimento em cordeiros alimentados com *Vicia sativa* L. Enquanto Assís (2021), trabalhando com aditivos fitogênicos oriundos de metabolitos secundários encontrados na *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret, verificou aumento no consumo de matéria por Nelores em confinamento.

O consumo de *Bauhinia cheilantha* Steud. pode ser reduzido pela presença de até 16% da PB ligada a FDA e de 127 g TC kg⁻¹ de MS. A composição desse TC, sendo a relação PD (prodelfinidina):PC (procianidina) de 40:60 na fase de floração, com decréscimo para 35:65 na frutificação (Guimarães-Beelen et al., 2006a), associada a

menor adstringência (14% proteína ligada/ml de tanino), tanino solúvel (74 g kg⁻¹) e condensado (104 g kg⁻¹) são outros fatores que contribuem para redução do consumo.

Em dietas de cabritos com *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, a concentração de HCN foi de 51 mg kg⁻¹ de MS e isso não afetou a matéria orgânica digestível total, ingestão de nutrientes, comportamento alimentar, desempenho produtivo e características de carcaça (Ferraz et al., 2018). Dessimoni et al. (2014) encontraram concentração de nitrato de 83 mg 100 g⁻¹ de MS em *Opuntia ficus-indica* Mill, entretanto, este nível de nitrato não apresentou riscos à saúde animal.

Lovett et al. (2011) relataram que a presença de saponinas na dieta de ruminantes reduz o consumo de MS, porém, muitos estudos relataram que a inclusão de saponinas não teve efeito sobre o consumo (Pen et al., 2007; Hess et al., 2004; Singer et al., 2008; Mao et al., 2010). Em contraste, Holtshausen et al. (2009), trabalhando com vacas leiteiras, encontraram aumentos do consumo de MS com a adição de saponinas. Os efeitos das saponinas sobre a digestibilidade são dose-dependente. A exemplo disso, uma dose de 0,2 g L⁻¹ de meio de incubação, apresentou efeito antimetanogênico sem afetar a digestibilidade, enquanto uma dose de 0,4 g L⁻¹ causou uma redução da emissão de metano, associada com diminuição da digestibilidade (Hu et al., 2005). Com dose de 0,38 g L⁻¹ de saponinas, proveniente da quillaja, os autores observaram redução da produção de metano, sem efeito sobre a digestibilidade; porém, maiores doses reduziu a digestibilidade e a metanogênese.

Naumann et al. (2018) observaram nove leguminosas tolerantes a seca no Texas e observaram que *Desmanthus illinoensis* (Michx.) MacMill. Ex B.L. Rob. & Fernald promoveu média produção de metano (25 g MS kg⁻¹), o que pode estar associada ao baixo grau de polimerização (6,0) e/ou a relação PC/PD de 3/97 (técnica tiólise) e 2/98 (técnica NMR). Além disso, Naumann et al. (2014) observaram que os TC extraíveis, ligado a proteína e fibra e totais (técnica Butanol-HCl) foram de 5,1, 2,4, 0,6 e 8,1% da MS, respectivamente, bem como o grau de polimerização foi de 2,0, o que pode ter promovido razoável inibição larval (cerca de 35%), quando comparado com *Lespedeza stuevei* Nutt. e *Leucaena retusa* Benth. (60 a 70%).

A oferta de forragem e épocas do ano influenciam a atividade biológica dos TC e o valor nutricional *B. cheilantha*, tendo até 167 g kg⁻¹ taninos condensados inibido até 38% do metano ruminal (Oliveira et al., 2022). Tais resultados indicam possível aumento do consumo de energia metabolizável de ovinos e também redução em até 29% a motilidade larval, o que pode reduzir infecções de parasitas gastrointestinais.

Benchaar et al. (2007), trabalhando com vacas Holandesas, incluindo 2 g dia⁻¹ de produto comercial a base de óleos essenciais (Crina® Ruminants, timol, limoneno e guaiacol), não observaram efeitos sobre o consumo de MS, a produção

e a composição do leite. Wang et al. (2009), trabalhando com ovinos, fornecendo 250 mg dia⁻¹ de óleo essencial não encontraram alterações no consumo, assim como, Gabbi et al. (2009), trabalhando com novilhas leiteiras submetidas a dietas contendo óleos essenciais também não observaram diferenças no consumo e no desempenho dos animais. Porém, Tassoul & Shaver (2009), utilizando 1 g dia⁻¹ de Crina[®] Ruminants observaram redução de sete por cento na ingestão de matéria seca, sem efeito sobre a produção de leite. Kung Jr. et al. (2008) utilizaram 1,2 g dia⁻¹ do mesmo produto e verificaram aumento de sete por cento no consumo e aumento de oito por cento na produção de leite.

Cardozo et al. (2006), trabalhando com bovinos, fornecendo uma mistura de cinamaldeído (180 mg dia⁻¹) e eugenol (90 mg dia⁻¹) e Busquet et al. (2003), fornecendo altas doses de cinamaldeído (500 mg dia⁻¹) para vacas leiteiras, obtiveram efeitos negativos sobre o consumo. Segundo Calsamiglia et al. (2007), essa redução no consumo pode estar relacionada com a redução da palatabilidade.

Outro ponto importante refere-se à atuação dos metabolitos secundários sobre a digestibilidade dos nutrientes. Estes metabolitos exercem ação antimicrobiana sobre a população de bactérias celulolíticas e fungos, podendo afetar negativamente a utilização da fibra, além da população de protozoários ciliados no rúmen (Patra & Saxena, 2009a; Alves Júnior et al., 2017). Guimarães-Beelen et al. (2006) avaliaram os efeitos de taninos purificados das leguminosas *Mimosa hostilis* (von Martius) Benth., *Mimosa caesalpinifolia* Benth e *B. cheilantha* sobre o crescimento da população, a atividade *in vitro* da enzima 1,4-β-endoglucanase e a taxa de digestão da celulose em culturas de *Ruminococcus flavefaciens*. Foi observado que os taninos de *M. hostilis* e *B. cheilantha* inibiram drasticamente o crescimento bacteriano em 80 e 78%, respectivamente. A atividade da 1,4-β-endoglucanase também foi fortemente inibida pela presença dos taninos purificados de todas as espécies estudadas, porém o maior grau de inibição se deu pelos taninos de *M. hostilis* na concentração de 400 μg ml⁻¹, resultando em declínio de 97% da atividade enzimática. A digestão da celulose reduziu drasticamente à medida que se aumentou a concentração de taninos de cada espécie.

Patra & Saxena (2010) relataram que altas concentrações de taninos condensados nas plantas forrageiras, além de complexarem-se com proteínas, podem deprimir a digestão da fibra por complexação com lignocelulose, impedindo assim a digestão microbiana ou por inibir diretamente as bactérias celulolíticas e a atividade das enzimas fibrolíticas ou ambos. No entanto, Pen et al. (2007) reportaram um aumento na digestibilidade da FDN em ovinos suplementados com saponinas da *Quillaja saponaria* Molina. Taninos e alcaloides, através da otimização

da síntese de proteína microbiana e modulação da fermentação ruminal, melhoram a digestibilidade dos nutrientes (Silva et al., 2016; Alves Júnior et al., 2017; Ferrer et al., 2021).

Kronberg et al. (2018) observaram que apesar da baixa redução de consumo de MS, a digestibilidade da MS reduziu de 59,7 para 49,9 g 100 g⁻¹ quando aumentou a quantidade de *Lespedeza cuneata* (Dum.-Cours.) G. Don de 0 a 40% da MS da dieta de ovelhas associado a feno de Alfafa. Já a digestibilidade da FDN e FDA reduziram em 66% e 93% ao aumentar de 0 a 40% da MS da dieta com *L. cuneata*. Associado a esses resultados, a produção fecal de MS, FDN e FDA aumentou em 23, 46% e 61%, respectivamente. Apesar do potencial conteúdo de nutrientes (112 a 146 g PB kg; 532 g FDN kg⁻¹; e 341 g FDA kg⁻¹) da *L. cuneata*, contém também taninos condensados (60 a 182 g MS kg⁻¹) de elevado grau de polimerização (33), o que interfere em sua palatabilidade, consumo e digestibilidade (Kronberg et al., 2018; Poudel et al., 2019), devido a bioatividade primariamente da prodelfinidina (Mueller-Harvey et al., 2019).

Compostos secundários são particularmente aptos para inibir bactérias Gram-positivas, afetando-as em maior extensão (Benchaar & Greathead, 2011) sem, contudo, inibir as Gram-negativas (Biswas et al., 2013), sugerindo que bactérias Gram-positivas parecem ser mais susceptíveis as propriedades antibacterianas dos compostos secundários (Benchaar et al., 2008; Bodas et al., 2012), além disso, compostos secundários favorecem a fermentação de nutrientes no rúmen (Garcia-Gonzales & Lopez 2010). Assim, é possível inferir que tais mudanças na microbiota ruminal induz o aumento na digestibilidade da matéria seca e nutrientes. A elevação na digestibilidade ocorre porque as bactérias Gram-negativas, como as fermentadoras de carboidratos não fibrosos, são aptas a utilizarem maior variedade de substratos disponíveis, como diferentes fontes de nitrogênio (amônia, aminoácidos ou peptídeos) para síntese de suas proteínas (ao passo que Gram-positivas utilizam apenas amônia, como as fermentadoras de carboidratos estruturais) Deste modo, crescem mais rapidamente formando maior biomassa bacteriana, por conseguinte, fermentam maior quantidade de nutrientes. Assim, promove um maior fluxo de proteína microbiana para o intestino delgado, contribuindo para elevar a digestibilidade.

Efeitos sobre os parâmetros ruminais

Outros aspectos importantes que também devem ser considerados a respeito dos metabolitos secundários são a sua influência sobre a fermentação ruminal e como consequência, a modificação dos produtos finais da degradação. A

síntese de proteína microbiana e produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) geralmente é aumentada e a concentração no nitrogênio amoniacal e os protozoários ciliados reduzem na presença de metabolitos secundários (Alves Júnior et al., 2017; Barbosa, 2018, Ferrér et al., 2021), devido a melhor sincronização dos nutrientes. Vale salientar que, os efeitos dos metabolitos secundários sobre os parâmetros ruminais têm variado bastante entre os estudos, dependendo da origem e dosagem dos compostos secundários.

Beauchemin et al. (2007) relataram que apesar da suplementação taninos condensados de quebracho não ter apresentado efeito na digestibilidade dos nutrientes, a suplementação em níveis acima de 2% MS ingerida tendeu a diminuir a concentração total de AGCC e diminuiu a proporção molar de acetato e a relação acetato: propionato. Carulla et al. (2005) observaram que apesar da redução na digestibilidade total da matéria orgânica, a suplementação com extrato de *Acacia mearnsii* De Wild. na dieta de ovinos não modificou a concentração total de AGCC. Porém, a proporção molar de acetato diminuiu e a de propionato aumentou. Os mesmos autores não encontraram efeitos dos taninos sobre a contagem total de protozoários e sobre o número de entodinosporos, mas o número de protozoários ciliados holotricha diminuiu, sugerindo que este grupo de protozoários pode ser mais sensível aos taninos condensados do que os entodinosporos.

Vasta et al. (2010) encontraram aumento inesperado na contagem de protozoários totais no rúmen de cordeiros alimentados com um concentrado a base de cevada, suplementado com 96 g de TC kg⁻¹ de MS, quando comparado com a dieta controle (sem adição de taninos). Benchaar et al. (2008) demonstraram que a suplementação de dietas de vacas leiteiras com 150 g de TC de quebracho animal⁻¹ dia⁻¹, quando comparada com as vacas alimentadas com a dieta controle, não afetou o pH ruminal, a concentração total de AGCC e a proporção molar desses AGCC, e tendeu a diminuir a concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen.

A respeito do efeito dos TC sobre os níveis de nitrogênio amoniacal no rúmen, McSweeney et al. (2001) explicaram que baixas concentrações de TC protegem a proteína dietética da degradação no rúmen, sendo esta disponibilizada no intestino delgado, sem prejuízos na eficiência da digestão microbiana. Por outro lado, quando em alta concentração, a proteção da degradação ruminal das proteínas pode reduzir os níveis de nitrogênio amoniacal de forma crítica, comprometendo a digestão dos carboidratos.

Muitos estudos *in vitro* e *in vivo* tem demonstrado correlação negativa entre o teor de TC em leguminosas forrageiras e a produção de metano (Abdalla et al., 2007; Jayanegara et al., 2009; Goel & Makkar., 2012; Soltan et al., 2012). Segundo Puchala

et al. (2005), forragens contendo baixos ou moderados teores de TC (20 a 170 g de TC kg⁻¹ de MS) podem diminuir a emissão de metano em ruminantes. Os mesmos autores verificaram redução de 50% na produção do metano no rúmen de animais alimentados com leguminosa contendo 170 g de TC kg⁻¹ de MS, em comparação a uma gramínea contendo apenas 5 g de TC kg⁻¹ de MS deste composto.

Waghorn & Clark (2006) também demonstraram baixa emissão de metano por ruminantes recebendo dietas contendo taninos. Uma vez que os taninos são largamente distribuídos nas plantas, a identificação de plantas taniníferas que exerçam efeitos positivos sobre a digestão dos ruminantes pode fornecer informações úteis para utilização de tais alimentos, com vistas a melhorar a eficiência da digestão (Ben Salem, 2010). Além disso, a redução da produção de metano, devido à presença de TC pode gerar benefícios econômicos diretos, devido a maior eficiência de uso da energia do alimento pelo animal, bem como constituir-se em estratégia para minimizar as emissões de poluentes advindos da produção animal.

Os metabólitos secundários podem apresentar efeitos deletérios sobre a microbiota ruminal, em especial, sobre os protozoários ciliados, bactérias que degradam carboidratos fibrosos e Archaeas metanogênicas, o que justifica a redução da metanogênese (Lascano & Cárdenas, 2010). Liu et al. (2011) e Tan et al. (2011) relataram que compostos secundários podem, através de atividade bactericida ou bacteriostática, inibir o crescimento ou a atividade das metanogênicas no rúmen, provavelmente devido a complexação desses compostos com as proteínas e enzimas da célula microbiana.

Waghorn (2008) e Patra & Saxena (2009b) relataram que os compostos secundários também podem afetar negativamente as bactérias celulolíticas e conseqüentemente a fermentação anaeróbica dos carboidratos a AGCC, principalmente a produção de acetato, reduzindo assim, a formação de dióxido de carbono e hidrogênio, necessários para metanogênese. Segundo Goel & Makkar (2012), após revisarem vários estudos, constataram que os TC parecem reduzir a produção de metano mais pela redução da degradação da fibra (efeito indireto), ao passo que os taninos hidrolisáveis parecem agir através da inibição das metanogênicas e ou dos microrganismos produtores de hidrogênio (efeito direto).

As saponinas apresentam alta capacidade de inibição dos protozoários, essas substâncias emulsificam os lipídeos da membrana celular dos protozoários, modificando a permeabilidade da membrana, causando a morte da célula. Em conseqüência do efeito sobre a população de protozoários, a utilização das saponinas reduz a quantidade de nitrogênio amoniacal produzido, aumenta o uso do nitrogênio dietético, aumenta a eficiência de síntese de proteína microbiana, modifica o perfil de

AGCC e reduz a metanogênese. Segundo Wina et al. (2005), a adição de saponinas em cultura de fluido ruminal pode diminuir ou não a quantidade de nitrogênio amoniacal, porém aumenta a síntese de proteína microbiana, devido a redução da população de protozoários e consequente redução da predação das bactérias.

A maior parte das pesquisas com saponinas têm sido focada em explorar os efeitos de inibição dos protozoários ciliados no rúmen, devido a possibilidade de melhorar a eficiência de síntese microbiana, bem como aumento do fluxo de proteína para o duodeno (Patra & Saxena, 2009a). Assim, como para os taninos, os dados encontrados sobre os efeitos das saponinas na concentração de AGCC são contrastantes. Em alguns estudos não foram encontrados nenhum efeito das saponinas sobre a concentração de AGCC, embora seja reportada redução na produção de metano (Hess et al., 2004; Patra et al., 2006; Guo et al., 2008).

Pen et al. (2007), alimentando ovinos com extrato de saponinas de quillajo, observaram redução da concentração de AGCC no rúmen. Lila et al. (2003) observaram aumento da concentração de AGCC devido a inclusão de saponinas (sarsaponin) no meio de fermentação. Vários estudos demonstraram que a adição de extratos de saponinas ou de plantas contendo saponinas na alimentação de ruminantes, aumentou a proporção molar de propionato, resultando na redução da relação acetato:propionato (Lila et al., 2003; Hess et al., 2004; Hu et al., 2006; Patra et al., 2006; Agarwal et al., 2006; Pen et al., 2008; Guo et al., 2008; Holtshausen et al., 2009). Em contraste, alguns estudos não mostraram nenhum efeito sobre a relação acetato:propionato (Hu et al., 2005; Pen et al., 2007; Goel et al., 2008). A redução da produção do metano pela adição de saponinas na alimentação dos animais também tem sido demonstrada (Martin et al., 2010; Wina et al., 2005). Segundo McAllister & Newbold (2008), a inibição da produção de metano aumenta a concentração de hidrogênio no fluido ruminal, sendo este hidrogênio redirecionado para outra via, como a síntese de propionato, resultando em aumento da concentração deste AGCC e diminuição da relação acetato:propionato, beneficiando nutricionalmente o ruminante.

Segundo Bodas et al. (2012), altas concentrações de saponinas afetam diretamente as *Archaeas* metanogênicas. A inibição da produção de metano varia com o tipo de solvente usado para extração das saponinas (etanol, metanol ou água). Isto indica que os princípios antimetanogênicos podem não ser extraídos igualmente em diferentes solventes (Patra et al., 2006; Agarwal et al., 2006). As inconsistências dos resultados encontrados na literatura também podem estar relacionadas com o tipo e a dose de saponinas, a dieta e a adaptação da microbiota. Goel et al. (2008) observaram que o efeito de inibição da produção de metano das saponinas foi

pronunciado em dietas a base de concentrado quando comparada com dietas a base de volumoso. Estes resultados evidenciaram que a atividade inibidora de algumas saponinas sobre a metanogênese ruminal é influenciada pela composição da dieta.

A utilização dos óleos essenciais, em estudos *in vitro* realizados por Araújo (2010), modularam a fermentação ruminal, promovendo aumento da concentração de propionato, redução da relação acetato:propionato e da produção de metano, tornando o rúmen energeticamente mais eficiente. O mecanismo de ação dos óleos essenciais está relacionado com efeitos sobre a estrutura da membrana celular bacteriana, como o transporte de elétrons e gradiente de íons, ocorrendo danos às proteínas das membranas citoplasmáticas e extravasamento de constituintes citoplasmáticos (Jouany & Morgavi, 2007).

Sallam et al. (2009) demonstraram que 10 mL do óleo essencial do *Eucalyptus citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson reduziram em até 31% a emissão do metano em cordeiros, sem efeitos negativos sobre a digestibilidade. Abdalla et al. (2012) não encontraram diferenças na emissão de metano e digestibilidade da dieta em ovinos Santa Inês alimentados com feno de Tifton e concentrado (relação 60:40), suplementados durante 28 dias com 10 ou 20 mL de óleo de Eucalipto. Calsamiglia et al. (2007) obtiveram melhores respostas na fermentação *in vitro*, com inibição da metanogênese e redução da produção de metano. Tassoul & Shaver (2009), utilizando óleos essenciais em alternativa aos antibióticos, observaram alterações na eficiência alimentar.

Os efeitos dos óleos essenciais podem ser influenciados pelo pH do fluido ruminal. Cardozo et al. (2005) observaram que alguns óleos essenciais exercem maior impacto sobre a concentração de AGCC quando o pH ruminal é baixo, propondo que o estado dissociado ou não dissociado das moléculas de óleos essenciais no rúmen é dependente do pH. Spanghero et al. (2008) também observaram que uma mistura de óleos modificou os produtos finais da fermentação, sobretudo reduziu a relação acetato:propionato, mas apenas em baixo pH ruminal. Segundo Hart et al. (2008), os óleos essenciais inibem as bactérias produtoras de nitrogênio amoniacal, as quais estão envolvidas na deaminação de aminoácidos.

Perspectivas

Apesar da grande disponibilidade de metabólitos secundários com ações bioativas presentes na maioria das plantas, principalmente aquelas inseridas em regiões áridas e semiáridas, são raros os estudos e discussões a respeito da

utilização desses compostos para otimizar o valor nutritivo das plantas forrageiras, sobretudo nos aspectos relacionados ao consumo, digestibilidade e modulação da fermentação ruminal. Em particular, os efeitos positivos e negativos de quantidade estão ausentes na literatura. Justifica-se, portanto, futuros estudos de titulação que identifiquem porcentagens na dieta que marcam a transição de porcentagens positivas para negativas. Desta forma, fica evidente a importância de compreender melhor as interações dos compostos oriundos do metabolismo secundário das plantas forrageiras e os ruminantes e assim, estabelecer programas de alimentação direcionados para plantas forrageiras que apresentem, em sua composição química, elevados teores de metabólitos secundários benéficos para nutrição ruminante, bem como para o meio ambiente.

Referências bibliográficas

Abdalla, A. L.; Longo, C.; Bueno, I. C. S.; Godoy, P.; Benedito, V.; Vitti, D.; Ambrosano, E. Methane production and microbial evaluation by q-PCR of in vitro incubations of tannin-rich plants. *Microbial Ecology in Health and Disease*, v.19, n.1, p32, 2007.

Abdalla, A. L.; Louvandini, H.; Sallam, S. M. A. H.; da Silva Bueno, I. C.; Tsai, S. M.; de Oliveira Figueira, A. V. *In vitro* evaluation, in vivo quantification, and microbial diversity studies of nutritional strategies for reducing enteric methane production. *Tropical Animal Health Production*, v.44, p.953–964, 2012.

Agarwal, N.; Kamra, D. N.; Chaudhary, L. C.; Patra, A. K. Effect of *Sapindus mukorossi* extracts on in vitro methanogenesis and fermentation characteristics in buffalo rumen liquor. *Journal of Applied Animal Research*, v.30, p.1-4, 2006.

Ali, A. S.; Tudsri S.; Rungmekarat, S.; Kaewtrakulpong, K. Effect of feeding *Prosopis juliflora* pods and leaves on performance and carcass characteristics of afar sheep. *Kasetsart Journal Natural Science*, v.881, p.871-881, 2012.

Alves Júnior, R. T.; Souza, E. J. O.; Melo, A. A. S.; Silva, D. K. A.; Torres, T. R.; Pereira, G. F. C.; Silva, C. S.; Silva, J. C. S. Mesquite extract as phyto-genic additive to improve the nutrition of sheep. *Journal of Agricultural Science*, v.9, p.164-174, 2017.

Alves, F. A. L.; Andrade, A. P.; Bruno, R. L. A.; Silva, M. G. V.; Souza, M. F. V.; Pessoa, C.; Oliveira, F. C. E.; Brito Filho, S. G.; Santos, D. C. Genetic diversity and seasonal chemical profile by ¹H NMR and cytotoxic activity in *Opuntia* and *Nopalea* genres. *Journal of Medicinal Plants Research*, v.10, p.732-747, 2016.

Alves, F. A. L.; Andrade, A. P.; Bruno, R. L. A.; Silva, M. G. V.; Souza, M. F. V.; Santos, D. C. Seasonal variability of phenolic compounds and antioxidant activity in prickly pear cladodes of *Opuntia* and *Nopalea* genres. *Food Science and Technology*, v.37, p.536-543, 2017.

Animut, G.; Puchala, R.; Goetsch, A.L.; Patra, A.K.; Sahlu, T.; Varel, V.H.; Wells, J. Methane emissions by goats consuming diets with different levels of condensed tannins from lespedeza. *Animal Feed Science and Technology*, v.144, p.212-227, 2008.

Aquino, A. A.; Freitas Júnior, J. E.; Gandra, J. R.; Pereira, A. S. C.; Rennó, F. P.; Santos, M.V. Utilização de nitrogênio não-proteico na alimentação de vacas leiteiras: metabolismo, desempenho produtivo e composição do leite. *Veterinária e Zootecnia*, v.16, n.4, p.575-591, 2009.

Araújo, R. C. Óleos essenciais de plantas brasileiras como manipuladores da fermentação ruminal *in vitro*. Piracicaba: USP, 2010. 181p. Tese Doutorado

Assís, M. C. S. Aditivo fitogênico oriundo de plantas adaptadas ao semiárido na nutrição de Nelore. Garanhuns: UFRPE, 2021. 50p. Dissertação Mestrado

Azevêdo, T. K. B.; Paes, J. B.; Calegari, L.; Nascimento, J. W. B.; Qualidade dos taninos de jurema-preta (*mimosa tenuiflora*) para a produção de adesivo tanino formaldeído *mimosa tenuiflora*. *Ciência Florestal*, v.25, n.2, p.507-514, 2015.

Barbosa, S. N. aditivo fitogênico de *Prosopis juliflora* (sw) D.C., para promover melhora do valor nutritivo da dieta de ovinos. Garanhuns: UFRPE, 2018. 45p. Dissertação Mestrado

Beauchemin, K. A.; Kreuzer, M.; O'Mara, F.; McAllister T. A. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*.v.48, p.21-27, 2008.

Beauchemin, K. A.; McGinn, S. M.; Martinez, T. F.; McAllister, T.A. Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. *Journal Animal Science*, v.85, p.1990-1996, 2007.

Ben Salem, H. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.337-347, 2010.

Benchaar, C. Greathead, H. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, v.166, p.338-355, 2021.

Benchaar, C.; McAllister, T. A.; Chouinard, P.Y. Digestion, ruminal fermentation, ciliate protozoal populations, and milk production from dairy cows fed cinnamaldehyde quebracho condensad tannin, or *Yucca schidigera* saponin extracts. *Journal of Dairy Science*, v.91, p.4765-4777, 2008.

Benchaar, C.; Petit, H. V.; Berthiaume, R.; Ouellet, D. R.; Chiquette, J.; Chouinard, P.Y. Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. *Journal of Dairy Science*, v.90, n.2, p.886-897, 2007

Bezerra, D. A. C.; Rodrigues, F. F. G.; Costa, J. G. M.; Pereira, A. V.; Sousa, E. O.; Rodrigues, O. G. Abordagem fitoquímica, composição bromatológica e atividade antibacteriana de *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret e *Piptadenia stipulacea* (Benth) Ducke. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v.33, n.1, p.99-106, 2011.

Bhatta, R.; Uyeno, Y.; Tajima, K.; Takenaka, A.; Yabumoto, Y.; Nonaka, I.; Enishi, O.; Kurihara, M. Difference in the nature of tannins on in vitro ruminal methane and volatile fatty acid production and on methanogenic archaea and protozoal populations. *Journal Dairy Science*, v.92, p.5512-5522, 2009.

Biswas, B.; Rogers, K.; McLaughlin, F.; Daniels, D.; Yadav, A. Antimicrobial activities of leaf extracts of guava (*Psidium guajava* L.) on two Gram-negative and Gram-positive bacteria. *International Journal of Microbiology*, v.2013, p.1-7, 2013.

Bodas, R.; Prieto, N.; García-González, R.; Andrés, S.; Giráldez, F. J.; López, S. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. *Animal Feed Science and Technology*, v.176, p.78-93, 2012.

Bonfim, M. A. D.; Barcelos, D. G.; Facó, O.; Oliveira, L. S.; Gonsalves, J. L.; Oliveira, K. S.; Ferreira, A. M. F. Milk consumption and production of goats fed with cashew stalk and increasing levels of soy oil. *Revista Científica de Produção Animal*, v.14, p.85-88, 2012

Bueno, I. C. S.; Vitti, D. M. S. S.; Louvandini, H.; Abdalla, A. L. A new approach for *in vitro* bioassay to measure tannin biological effects based on a gas production technique. *Animal Feed Science and Technology*, v.141, p.153-170, 2008.

Burke, J. M.; Miller, J. E.; Mosjidis, J. A.; Terrill, T. H. Use of a mixed sericea lespedeza and grass pasture system for control of gastrointestinal nematodes in lambs and kids. *Veterinary Parasitology*, v.186, p.328-336, 2012.

Busquet, M.; Greathead, H.; Calsamiglia, S. Efecto del extracto de ajo y el cinemaldehído sobre la producción, composición y residuos en leche en vacas de alta producción. *ITEA* v.24, p.756-758, 2003.

Callou, M. J. A.; Miranda, R. C. M.; Feitosa, T. R.; Arruda, F. V. F.; Nascimento, M. S.; Gusmão, N. B. Avaliação da atividade antimicrobiana da casca de *Mimosa caesalpinifolia* Benth (Sabiá). *Scientia Plena*, v.8, p.1-7, 2012.

Calsamiglia, S.; Busquet, M.; Cardozo, P. W.; Castillejos, L.; Ferret, A. The Use of Essential Oils in Ruminants as Modifiers of Rumen Microbial Fermentation. *Journal of Dairy Science*, v.90, n.6, p.2580-2595, 2007.

Cardozo, P.; Calsamiglia, S.; Ferret, A.; Kamel, C. Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on in vitro rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.83, p.2572-2579, 2005.

Cardozo, P.W.; Calsamiglia, S.; Ferret, A.; Kamel, C. Effects of alfalfa extract, anise, capsicum and a mixture of cinnamaldehyde and eugenol on ruminal fermentation and protein degradation in beef heifers fed a high concentrate diet. *Journal of Animal Science*, v.84, p.2801-2808, 2006.

Carulla, J. E.; Kreuzer, M.; Machmuller, A.; Hess, H. D. Supplementation of *Acacia mearnsii* tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. *Australian Journal Agricultural Research*, v.56, p.961-970, 2005.

Chew, Y. L.; Chan, E. W. L.; Tan, P. L.; Lim, Y. Y.; Stanslas, J.; Goh, J. K. Assessment of phytochemical content, polyphenolic composition, antioxidant and antibacterial activities of Leguminosae medicinal plants in Peninsular Malaysia. *Complementary and Alternative Medicine*, v.11, p.11-12, 2011

Chowdhury, T.; Sultana, N.; Al-Mamun, M.; Absar, N.; Hasanuzzaman, M. A Study on the Nutrients and Secondary Metabolites Composition of Two Varieties of *Cynodon* Available in Bangladesh and their Anti-Oxidant Activities. *Asian Journal of Plant Science and Research*, v.7, n.4, p.9-17, 2017.

Coelho, E. R.; Cunha, M.V.; Santos, M. V. F.; Ferrer, J. P.; Silva, J. R. C.; Torres, T. R.; Silva, D. K. A.; Azevedo, P. S.; Naumann, H. D.; Queiroz, L. M. D.; Silva, A. H.; Souza, E. J. O. Phytogetic additive to improve nutrient digestibility, carcass traits and meat quality in sheep finished on rangeland. *Livestock Science*, v.241, p.1-9, 2020

Cordero, J. V.; Castro, C. A. S.; Acosta, J. F. J. T.; & C. M. Capetillo-Leal (2017) Do goats have a salivary constitutive response to tannins? *Journal of Applied Animal Research*, v.45, n1, p.29-34, 2017.

Cruz, S. E. S. B. S.; Beelen, P. M. G.; Silva, D. S.; Pereira, W. E.; Beelen, R.; Beltrão, F. S. Characterization of condensed tannin of the species maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), feijão-bravo (*Capparis flexuosa*) and jureminha (*Desmanthus virgatus*) *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.4, p.1038-1044, 2007.

Dessimoni, G. V.; Batista, A. G.; Barbosa, C. D.; Dessimoni-Pinto, N. A. V. Bromatological and mineral composition and antinutritional factors of cactus pear. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v.8, p.51-55, 2014.

Durmic, Z.; Blache, D.; Bioactive plants and plant products: Effects on animal function, health and welfare. *Animal Feed Science and Technology*, v.176, p.150-162, 2012.

Dykes, L. Sorghum: Methods and Protocols, *Methods in Molecular Biology*, 1.ed. California: Humana Press, 2019. 277p.

Ferraz, L. V.; Guim, A.; Véras, R. M. L.; Carvalho, F. F. R.; Freitas, M. T. D. Cassava dreg as replacement of corn in goat kid diets. *Tropical Animal Health Production*, v.50, p.309-315, 2018.

Férrer, J. P.; Cunha, M. V.; Santos, M. V. F.; Torres, T. R.; Silva, J. R. C.; Véras, R. M. L.; Silva, D. C.; Silva, A. H.; Queiroz, L. M. D.; Férrer, M. T.; Santos Neto, E. L.; Jaramillo, D. M.; Souza, E. J. O. Mesquite (*Prosopis juliflora*) extract as a phytogetic additive for sheep finished on pasture in the semiarid region. *Chilean Journal of Agricultural Research*, v.81, p.14-26, 2021.

Flachowsky, G.; Lebzien, P. Effects of phytogetic substances on rumen fermentation and methane emissions: a proposal for research process. *Animal Feed Science and Technology*, v.176, p.70-77, 2012.

França, A. A.; Guim, A.; Batista, A. M. V.; Pimentel, R. M. M.; Ferreira, G. D. G.; Martins, I. D. S. L. Anatomia e cinética de degradação do feno de *Manihot glaziovii*. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.32, n.2, p.131-138, 2010.

Franco, S. P. B. Influência das características físico-químicas do solo e da composição fenólica na ação antioxidante de *Capparis flexuosa* L. Maceió: CESMAC, 2019. 75p. Dissertação Mestrado

Gabbi, A. M.; Silveira Moraes, R.; Skonieski, F. R.; Viégas, J. Desempenho produtivo e comportamento de novilhas submetidas a dietas com aditivo fitogênico. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.10, n.4, p.949-962, 2009.

Geraci, J. I.; Garcarena, A. D.; Gagliostro, G. A.; Beauchemin, K. A.; Colombatto, D. Plants extracts containing cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin added to feedlot cattle diets: ruminal environment, short term intake patterns and animal performance. *Animal Feed Science and Technology*, v. 176, p.123-130, 2012.

Goel G.; Makkar H. P. S. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins, a status review. *Tropical Animal Health Production*, v.44, p.729-739, 2012.

Goel, G.; Makkar, H. P. S.; Becker, K. Changes in microbial community structure, methanogenesis and rumen fermentation in response to saponin-rich fractions from different plant materials. *Journal Applied Microbiology*, v. 105, p. 770-777, 2008.

González, R. G.; Quiroz, K.; Carrasco, B.; Caligari, P. Plant tissue culture: Current status, opportunities and challenges. *Ciencia e Investigación Agraria*, v. 37, n.3, p.5-30, 2010

Grainger, C.; Clarke, T.; Auld, M. J.; Beauchemin, K. A.; McGinn, S. M.; Waghorn, G. C.; Eckard, R. J. Potential use of *Acacia mearnsii* condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows. *Can. Journal of Animal Science*, v.89, p.241-251, 2009.

Greathead, H. Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 62, p.279-290, 2003.

Guimarães-Beelen, P. M.; Berchielli, T. T.; Buddington, R.; Beelen, R. Effects of condensed tannins from northeastern semi-arid shrubs on growth and cellulolytic activity of *Ruminococcus flavefaciens* FD1. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.5, p.910-917, 2006

Guimarães-Beelen, P. M.; Berchielli, T. T.; Beelen, R.; Araújo Filho, J. A.; Oliveira, S. G. Characterization of condensed tannins from native legumes of the Brazilian northeastern semi-arid. *Scientia Agrícola*, v.63, p.522-528, 2006.

Guo, Y. Q.; Liu, J. X.; Lu, Y.; Zhu, W. Y. Effect of tea saponin on methanogenesis, microbial community structure and expression of *mcrA* gene, in cultures of rumen micro-organisms. *Letters Applied Microbiology*, v.47, p. 421-426, 2008.

Hart, K. J.; Yáñez-Ruiz, D. R.; Duval, S. M.; McEwan, N. R.; Newbold, C. J. Plant extracts to manipulate rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, v.147, p.8-35, 2008.

Hess, H. D.; Beuret, R. A.; Lotscher, M.; Hindrichsen, I. K.; Machmüller, A.; Carulla, J. E.; Lascano, C. E.; Kreuzer, M. Ruminal fermentation, methanogenesis and nitrogen utilization of sheep receiving tropical grass hayconcentrate diets offered with *Sapindus saponaria* fruits and *Cratylia argentea* foliage. *Animal Science*, v.79, p.177-189, 2004.

Holtshausen, L.; Chaves, A.V.; Beauchemin, K. A. Feeding saponincontaining *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* to decrease enteric methane production in dairy cows. *Journal Dairy Science*, v.92, p.2809-2821, 2009.

Hu, W., Liu, J., Ye, J.; Wu, Y.; Guo, Y. Effect of tea saponin on rumen fermentation in vitro. *Animal Feed Science and Technology*, v.120, p.333-339, 2005.

Hu, W.; Liu, J.; Wu, Y.; Guo, Y.; Ye, J. Effects of tea saponins on in vitro ruminal fermentation and growth performance in growing Boer goat. *Archives of Animal Nutrition*, v.60, p.89-97, 2006.

Hutton, P. G.; Durmic, Z.; Ghisalberti, E. L.; Flematti, G. R.; Duncan, R. M.; Carson, C. F.; Riley, T. V.; Vercoe, P. E. Inhibition of ruminal bacteria involved in lactic acid metabolism by extracts from Australian plants. *Animal feed science and technology*, v. 176, p.170-177, 2012.

Jayanegara, A.; Togtokhbayar, A.; Makkar, H. P. S., Becker, K. Tannins determined by various methods as predictors of methane production reduction potential of plants by an in vitro rumen fermentation system. *Animal Feed Science and Technology*, v.150, p.230-237, 2009.

Jouany, J. P.; Morgavi, D. P. Use of 'natural' products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. *Animal*, v.10, p.1443-1466, 2007.

Kingori, A. M.; Odero-Waititu, J. A.; Guliye, A. Y. Mathenge (*Prosopis juliflora*): An underutilized livestock feed resource in Kenya. *Research Journal of Animal Science*, v.5, n.4, p.43-51, 2011.

Klevenhusen, F.; Muro-Reyes, A.; Khiaosa-Ard, R.; Metzler-Zebeli, B. U.; Zebeli, Q. A meta-analysis of effects of chemical composition of incubated diet and bioactive compounds on *in vitro* ruminal fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, v.176, p.61-69, 2012.

Kronberg, S. L.; Zeller, W. E.; Waghorn, G. C.; Grabber, J. H.; Terrill, T. H.; Liebig, M. A. Effects of feeding *Lespedeza cuneata* pellets with *Medicago sativa* hay to sheep: Nutritional impact, characterization and degradation of condensed tannin during digestion. *Animal Feed Science Technology*. v.245, p.41-47, 2018.

Kung J., L.; Williams, P.; Schimidt, R.J.; Hu, W. A blend of essential plants oils used as an additive to alter silage fermentation or used as a feed additive for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.91, n.12, p.4793- 4800, 2008.

Kuss, F.; Restle, J.; Pascoal, L. L.; Santos, A. P.; Menezes, L. F. G.; Osmari, M. P. Performance of cull cows receiving diets with or without monensin. *Ciência Rural*, v. 38, p. 173-177, 2008.

Lascano, C. E.; Cárdenas, E. Alternatives for methane emission mitigation in livestock system. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.175-182, 2010.

Lemos, T. L. G.; Silveira, E. R.; Oliveira, M.F.; Braz Filho, R.; Hufford, C.D. Terpenoids from *Cnidocolus phyllacanthus* Pax et Hoff. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v.13, p.105-110, 1991.

Lila, Z.A.; Mohammed, N.; Kanda, S. Effect of sarsaponin on rumen fermentation with particular reference to methane production in vitro. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.3330-3336, 2003.

Liu, H.; Vaddella, V.; Zhou, D. Effects of chestnut tannins and coconut oil on growth performance, methane emission, ruminal fermentation, and microbial populations in sheep. *Journal of Dairy Science*, v.94, p.6069-6077, 2011.

Lovett, D. K.; Stack, L.; Lovell, S. Effect of feeding *Yucca schidigera* extract on performance of lactating dairy cows and ruminal fermentation parameters in steers. *Livestock Science*, v.102, p. 23-32, 2011.

Makkar, H. P. S. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*, v.49, p.241-256, 2003.

Mao, H. L.; Wang, J. K.; Zhou, Y.Y.; Liu, J.X. Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and microbial population in the rumen of Growinh lambs. *Livestock Science*, v. 129, p.56-62, 2010.

Martin, C.; Morgavi, D. P.; Doreau, M. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal*, v. 4, p.351–365, 2010.

Matos, D. S.; Guim, A. Batista, A. M. V.; Pereira, O. G.; Martins, V. Composição química e valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot epruinosa*). *Archivos de Zootecnia*. v.54, n.208, p. 619-629, 2005.

McAllister, T. A.; Martinez, T.; Bae, H. D.; Muir, A. D.; Yanke, L. J.; Jones, G. A. Characterization of condensed tannins purified from legume forages: chromophore production, protein precipitation and inhibitory effects on cellulose digestion. *Journal Chemistry Ecology*, v.31, p.2049-2068, 2005.

McAllister, T. A.; Newbold, C. J. Redirecting rumen fermentation to reduce methanogenesis. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.48, p.7-13, 2008.

McSweeney, C. S.; Palmer, B.; McNeill, D. M.; Krause, D. O. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, v. 91, p. 83-93, 2001.

Mueller-Harvey, I.; Bee, G.; Dohme-Meier, F.; Hoste, H.; Karonen, M.; Kölliker, R.; Lüscher, A.; Niderkorn, V.; Pellikaan, W. F.; Salminen, J. P.; Skøt, L.; Smith, L. M. J.; Thamsborg, S. M.; Totterdell, P.; Wilkinson, I.; Williams, A. R.; Azuhwi, B. N.; Baert, N.; Brinkhaus, A. G.; Copani, G.; Desrues, O.; Drake, C.; Engström, M.; Frygasas, C.; Girard, M.; Huyen, N. T.; Kempf, K.; Malisch, C.; Mora-Ortiz, M.; Quijada, J.; Ramsay, A.; Ropiak, H. M.; Waghorn, G. C. Benefits of condensed tannins in forage legumes fed to ruminants: Importance of structure, concentration, and diet composition. *Crop Science*, v.59, n.3, p861-885, 2019.

Muir, J. P. The multi-faceted role of condensed tannins in the goat ecosystem. *Small Ruminant Research*, v.98, p.115–120, 2011.

Naumann, H. D.; Armstrong, S. A.; Lambert, B. D.; Muir, J. P.; Tedeschi, L. O.; Kothmann, M. M. Effect of molecular weight and concentration of legume condensed tannins on in vitro larval migration inhibition of *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology*, v.199, p.93-98, 2014.

Naumann, H.; Sepela, R.; Rezaire, A.; Masih, S.; Zeller, W.; Reinhardt, L.; Robe, J.; Sullivan, M.; Hagerman, A. Relationships between structures of condensed tannins from Texas legumes and methane production during in vitro Rumen digestion. *Molecules*, v.23, p.1-16, 2018.

Oliveira, O. F.; Santos, M. V. F.; Muir, J. P.; Cunha, M. V.; Souza, E. J. O.; Tedeschi, L. O.; Naumann, H. D.; Mello, A. C. L.; , Meireles, M. S. Condensed tannins bioactivity and nutritional value of *Bauhinia cheilantha* (Bong) Steud. under sheep grazing and different forage allowances. *Biochemical Systematics and Ecology*, v.100, p104359, 2022.

Patra, A. K.; Kamra, D. N.; Agarwal, N. Effect of plant extracts on in vitro methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feed in rumen liquor of buffalo. *Animal Feed Science and Technology*, v.128, p. 276-291, 2006.

Patra, A. K.; Saxena, J. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. *Phytochemistry*, v.71, p.1198-1222, 2010.

Patra, A. K.; Saxena, J. A review of the effect and mode of action of saponins on microbial population and fermentation in the rumen and ruminant production. *Nutrition Research. Rev.* 22, 204-219, 2009b.

Patra, A. K.; Saxena, J. Dietary phytochemicals as rumen modifiers: a review of the effects on microbial populations. *Anton. van Leeuwen.* v.96, p. 363-375, 2009a.

Peixoto Sobrinho, T. J. S.; Cardoso, K. C. M.; Gomes, T. L. B.; Albuquerque, U. P.; Amorim, E. L. C. Análise da pluviosidade e do efeito de borda sobre os teores de flavonóides em *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud., *Fabaceae*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.19, n.3, p.740-745, 2009.

Pen, B.; Sar, C.; Mwenya, B.; Takahashi, J. Effects of *Quillaja saponaria* extract alone or in combination with *Yucca schidigera* extract on ruminal fermentation and methanogenesis *in vitro*. *Animal Science Journal*, v.79, p.193-199, 2008.

Pen, B.; Takaura, K.; Yamaguchi, S.; Asa, R.; Takahashi, J. Effects of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* with or without b-1, 4 galactooligosaccharides on ruminal fermentation, methane production and nitrogen utilization in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, v.138, p. 75-88, 2007.

Poudel, S.; Karki, U.; Karki, Y.; Tillman, A. Diurnal behavior of Kiko wethers in southern-pine silvopastures planted with warm-season forages. *Small Ruminant Research*, v.175, p.1-6, 2019.

Prabha, D. S.; Dahms, H.; Malliga, P. Pharmacological potentials of phenolic compounds from *Prosopis spp.*-a review. *Journal of Coastal Life Medicine*, v.2, n.11, p. 918-924, 2014.

Puchala, R.; Min, B. R.; Goetsch, A. L.; Sahl, T. The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. *Journal of Animal Science*, v. 83, p.182-186, 2005.

Queiroz, I. V. Variabilidade genética e caracterização morfológica, produtiva e qualitativa de acessos de *Desmanthus* sp. Recife: UFRPE, 2016, 167p. Tese Doutorado

Sallam, S. M. A.; Bueno, I. C. S.; Brigide, P.; Godoy, P. B.; Vitti, D. M. S. S.; Abdalla, A. L. Efficacy of eucalyptus oil on in vitro ruminal fermentation and methane production. In Papachristou T.G. (ed.), Parissi Z.M. (ed.), Ben Salem H. (ed.), Morand-Fehr P. (ed.). Nutritional and foraging ecology of sheep and goats. Zaragoza : CIHEAM / FAO / NAGREF Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 85, p.267-272, 2009

Scapinello, C.; Antunes, E. B.; Furlan, A. C.; Jobim, C. C.; Faria, H. G. Fenos de leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham) para coelhos em crescimento: digestibilidade e desempenho. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.25, n.2, p.301-306, 2003.

Schmitt, M. H.; Ward, D.; Shrader, A. M. Salivary tannin-binding proteins: a foraging advantage for goats? *Livestock Science*, v.234, p.103974, 2020

Silva, C. H. T. P.; Sobrinho, T. J. S. P.; Castro, V. T. N. A.; Lima, D. C. A.; Amorim, E. L. C. Antioxidant Capacity and Phenolic Content of *Caesalpinia pyramidalis* Tul. and *Sapium glandulosum* (L.) Morong from Northeastern Brazil. *Molecules*, v.16, p.4728-4739, 2011.

Silva, C. S.; Souza, E. J. O.; Pereira, G. F. C.; Cavalcante, E. O.; Lima, E. I. M.; Torres, T. R.; Silva, J. R. C.; Silva, D.C. Plant extracts as phyto-genic additives considering intake, digestibility, and feeding behavior of sheep. *Tropical Animal Health and Production*, v.49, p.353-359, 2016.

Silva, D. A.; Silva, T. M. S.; Lins, A. C. S.; Costa, D. A.; Cavalcante, J. M. S.; Matias, W. N.; Souza, M. F. V. Constituintes químicos e atividade antioxidante de *Sida galheirensis* Ulbr. (Malvaceae). *Química Nova*, v. 29, p.1250-1254, 2006.

Singer, M. D.; Robinson, P. H.; Salem, A. Z. M.; Depeters, E. J. Impacts of rumen fluid modified by feeding *Yucca schidigera* to lactating dairy cows on in vitro gas production of 11 common dairy feedstuffs, as well as animal performance. *Animal Feed Science and Technology*, v.146, p.242-258, 2008.

Singh, S. Phytochemical analysis of different parts of *Prosopis juliflora*. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, v.4, n.3, p.59-61, 2012

Soltan, Y. A.; Morsy, A. S.; Sallam, S. M. A.; Louvandini, H.; Abdalla, A. L. Comparative in vitro evaluation of forage legumes (*rosopis*, *acacia*, *atriplex* and *leucaena*) on ruminal fermentation and methanogenesis. *Journal Animal Feed Science*, v.21, p.759-772, 2012.

Souza, B. B.; Batista, N. L.; Oliveira, G. J. C. Utilização da faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus*) como fonte de suplementação alimentar para caprinos e ovinos no semiárido brasileiro. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.8, n.3, p.01-05, 2012.

Souza, R. T. A.; Silva, D. K. A.; Santos, M.V. F.; Naumann, H.; Magalhães, A. L. R.; Andrade, A. P. Association of edaphoclimatic characteristics and variability of condensed tannin content in species from Caatinga. *Revista Ciência Agronômica*, v.51, n.3, p.e20196611. 2020.

Spanghero, M.; Zanfi, C.; Fabbro, E.; Scicutella, N.; Camellini, C. Effects of a blend of essential oils on some end products of in vitro rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, v.145, p.364-374, 2008

Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 952p.

Tan, H.Y.; Sieo, C.C.; Abdullah, N. Effects of condensed tannins from *Leucaena* on methane production, rumen fermentation and populations of methanogens and protozoa in vitro. *Animal Feed Science and Technology*, v.169, p.185-193, 2011.

Tassoul, M.D.; Shaver, R. D. Effect of mixture of supplemental dietary plant essential oils on performance of periparturient and early lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.92, n.4, p.1734-1740, 2009.

Tedeschi, L. O.; Muir, J. P.; Naumann, H. D.; Norris, A.; Ramírez-Restrepo, C. A.; Mertens-Talcott, S. U. Nutritional aspects of ecologically relevant phytochemicals in ruminant production. *Frontiers in Veterinary Science*, v.8, p.628445, 2021.

Vasta, V.; Yanez-Ruiz, D.R.; Mele, M.; Serra, A.; Luciano, G.; Lanza, M.; Biondi, L.; Priolo, A. Bacterial and protozoal communities and fatty acid profile in the rumen of sheep fed a diet containing added tannins. *Applied and Environmental Microbiology*, v.76, p.2549-2555, 2010.

Vitti, D. M. S. S.; Abdalla, A. L.; Bueno, I. C. S.; Silva Filho, J. C.; Costa, C.; Bueno, M. S.; Nozella, E. F.; Longo, C.; Vieira, E. Q.; Cabral Filho, S. L. S.; Godoy, P. B.; Mueller-Harvey, I. Do all tannins have similar nutritional effects? A comparison of three Brazilian fodder legumes. *Animal Feed Science and Technology*, v.119, p.345-361, 2005.

Waghorn, G. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production—progress and challenges. *Animal Feed Science and Technology*, v.147, p.116-139, 2008.

Waghorn, G.C.; Clark, D.A. Greenhouse gas mitigation opportunities with immediate application to pastoral grazing for ruminants. *International Congress Series*, v.1293, p.107-110, 2006.

Wallace, R. J.; McEwan, N. R.; McIntosh, F. M.; Teferedegne, B.; Newbold, J. Natural products as manipulators of rumen fermentation. *Asian Austral. Journal Animal*, v. 15, p.1458-1468, 2002.

Wang, C. J.; Wang, S. P.; Zhou, H. Influences of flavomycin, ropadiar, and saponin on nutrient digestibility, rumen fermentation, and methane emission from sheep. *Animal Feed Science and Technology*, v.148, p.157-166, 2009.

Whitley, N.; Terrill, T. T.; Griffin, E.; Greer-Mapson, L.; Singh, A.; Owen, V.; Dykes, G.; Kommuru, D. S.; Miller, J.; Mosjidis, J.; Punnuri, S.; Burke, J. Effect of ensiling on efficacy of *Sericea lespedeza* against gastrointestinal nematodes and *Coccidia* in goats. *Agricultural Science and Technology*, v.8, p.377-387, 2018.

Wina, E.; Muetzel, S.; Hoffmann, E.; Makkar, H. P. S.; Becker, K. Saponins containing methanol extract of *Sapindus rarak* affect microbial fermentation, microbial activity and microbial community structure in vitro. *Animal Feed Science and Technology*, v.121, p.159-174, 2005.

15

Relações entre a escolha da planta forrageira e a espécie animal

Janaina Azevedo Martuscello¹

Manoel Eduardo Rozalino dos Santos²

Thiago Gomes dos Santos Braz³

Introdução

Define-se como planta forrageira toda aquela espécie vegetal cujas partes comestíveis, excetuando-se os grãos, se prezam para alimentação de herbívoros. O pastejo é o meio pelo qual esses animais herbívoros buscam alimento nos 3,4 bilhões de ha de ambientes pastoris existentes no mundo (Rao et al., 2015). Plantas forrageira e herbívoros se desenvolveram em um processo de coevolução, o que garante a perenidade das espécies vegetais no ecossistema pastagens e a manutenção dos rebanhos. Grande parte das forrageiras utilizadas nos sistemas de produção brasileiros são oriundas do continente africano, berço da coevolução, o que explica a resistência ao pastejo e persistência dessas plantas. Entretanto, vale destacar que algumas forrageiras nativas também possuem seu valor, principalmente em biomas

¹ Universidade Federal de São João del Rei – janaina@ufsj.edu.br

² Universidade Federal de Uberlândia – manoel.rozalina@ufu.br

³ Universidade Federal de Minas Gerais – thiago-braz@ufmg.br

cujas opções de forrageiras exóticas são escassas, além de serem ecologicamente adaptadas.

O Brasil possui programas de melhoramento para diversas forrageiras, exóticas e nativas, não só em empresas públicas, mas também privadas. Como resultado, temos o aumento no número de cultivares disponíveis e na pressão sobre pesquisadores, técnicos e produtores no que diz respeito a escolha daquela mais adaptada ao sistema de produção e estratégia de manejo.

A importância das forrageiras no contexto da pecuária é inquestionável, não só pelo fato de ser a forma menos onerosa para alimentação animal, mas também por permitir uma série de benefícios ambientais, como proteção do solo contra erosão em áreas desmatadas e alimentação da vida selvagem. Independente da espécie animal que se pretende explorar, a escolha da planta forrageira e a compreensão de seu manejo e ecofisiologia assumem papel primordial para o sucesso da atividade.

O Brasil é um país com dimensão continental e que possui características edafoclimáticas distintas em suas várias regiões. Entretanto, de forma geral, pode-se dizer que as condições de solo e clima favorecem a produção forrageira, principalmente para gramíneas de metabolismo C_4 , que se adaptam bem as nossas condições e produzem massa de forragem em grande quantidade. Em ecossistemas como o semiárido, plantas de metabolismo CAM também se destacam como recurso forrageiro, em função do maior grau de adaptação.

Como ocorre em qualquer situação de tomada de decisão, quando o pecuarista decide escolher por um determinado capim, automaticamente, ele acaba rejeitando outras gramíneas forrageiras. Esse processo pode gerar certa angústia e preocupação, pois algumas questões relevantes podem surgir, como “Estou fazendo a escolha certa?” ou “Deixei de escolher um capim mais apropriado?”. Nesse contexto, para lidar melhor com as dúvidas inerentes à escolha do capim para a formação da pastagem, torna-se necessário obter conhecimento.

Assim, neste capítulo, serão apresentadas informações relevantes para a tomada de decisão sobre a escolha de gramíneas forrageiras para pastagens, com ênfase nas relações entre a planta forrageira e a espécie animal.

Fatores a serem considerados para a escolha da planta forrageira

A importância dos capins para o sistema de produção animal baseado no uso de pastagens se deve ao fato de que a planta forrageira interfere em todas as etapas do processo produtivo: *crescimento, utilização e conversão* (Hodgson, 1990).

A escolha da planta influencia a etapa de crescimento, porque cada planta possui um potencial genético de produção de forragem, que varia em função das condições edafoclimáticas do meio e também com o manejo da pastagem. A gramínea forrageira, devido à sua morfologia específica, também interfere nas ações de manejo do pastejo empregadas durante a etapa de utilização. Ademais, cada capim possui uma qualidade inerente, que, embora possam ser modificadas pelo manejo, também influenciam a conversão da forragem em produto animal, afetando, assim, a etapa de conversão (Fonseca et al., 2010).

As principais características, que devem ser observadas para a correta escolha do capim para a formação da pastagem, podem ser classificadas como intrínsecas ou extrínsecas à planta forrageira.

Os parâmetros intrínsecos à planta forrageira se referem às características genéticas do capim, como a capacidade de se adaptar ao clima (temperatura, precipitação pluvial, fotoperíodo, etc) e ao solo (relevo, profundidade, drenagem e fertilidade); tolerância aos insetos pragas e doenças; presença de fatores antinutricionais; altura ou porte do capim; taxa de crescimento durante o estabelecimento; potencial de produção de forragem após o estabelecimento da pastagem; potencial de qualidade da forragem produzida; época e intensidade de florescimento; forma de crescimento; e modo de propagação.

Já as características extrínsecas à planta forrageira dizem respeito ao ambiente ou à condição em que a planta forrageira será estabelecida e manejada, o que engloba o clima da região; o solo da área da pastagem; o sistema de produção (bovinocultura, equideocultura, caprinocultura, ovinocultura, etc); o tipo de animal que pasteará o capim; a forma como o capim será colhido (corte ou pastejo); o método de lotação usado para manejar o pastejo (lotação contínua ou lotação intermitente); o nível tecnológico do sistema de produção; e o objetivo do pecuarista.

É necessário que as características intrínsecas e os fatores extrínsecos ao capim sejam compatibilizados, para que a formação e o manejo da pastagem sejam adequados. De forma análoga a um jogo de quebra cabeça, o capim é uma peça-chave que deve se encaixar ou se adequar corretamente às outras peças ou características do sistema produtivo, de modo a garantir a sustentabilidade da pastagem e do sistema de produção (Figura 1).



Figura 1. Analogia ao jogo de quebra-cabeça: a gramínea forrageira (Capim) como uma peça ou componente importante e integrado às outras peças ou fatores do sistema de produção animal em pastagens.

Vale salientar que, para qualquer capim expressar o seu potencial genético e, por conseguinte, resultar nos efeitos almejados pelo pecuarista, é necessário o adequado manejo durante as etapas do processo de formação da pastagem. Depois, quando a pastagem já está formada, o correto manejo deve continuar, a fim de manter a pastagem produtiva. Essas premissas devem ser respeitadas, para que as características genéticas do capim sejam expressas no ambiente de produção.

Salienta-se que não serão descritas no presente capítulo todas as opções de gramíneas forrageiras tropicais, bem como sua caracterização completa. Para essa finalidade, recomenda-se a leitura do livro “Plantas Forrageiras” (Fonseca & Martuscello, 2021).

Forrageiras para bovinos de corte e de leite

Conforme explicitado, a espécie animal é apenas um dos fatores a ser levado em consideração na escolha da planta forrageira. Os bovinos são a principal espécie de herbívoros criada no Brasil e são caracterizados pela presença do rúmen com microrganismos que conferem capacidade de extrair a energia de carboidratos fibrosos (celulose e hemicelulose). Estes animais são adaptados ao pastejo da maior parte das forrageiras utilizadas no Brasil, não havendo, assim, restrições do ponto

de vista da espécie bovina para o uso dessas forrageiras. Contudo, fatores como a anatomia, seletividade e o comportamento dos animais devem ser considerados.

Animais pastejadores, como bovinos e búfalos, apresentam elevado tempo de retenção da forragem no rúmen para permitir a degradação da parede celular vegetal pelos microrganismos ruminais (Van Soest, 1994). Estes animais possuem lábios curtos, focinhos largos e uma língua cornificada utilizada na apreensão da forragem. Tais características fazem com que estes animais não sejam adaptados ao pastejo rente ao solo, conforme realizado por equinos. Segundo Benavides et al. (2009), bovinos selecionaram locais com capim mais alto que aqueles pastejados por ovinos, demonstrando a preferência por dosséis com altura relativamente maior. Os bovinos realizam a apreensão da forragem utilizando a língua e realizando o corte da mesma com auxílio dos incisivos inferiores. Dessa forma, serão mais aptos a pastejar dosséis forrageiros com certo grau de profundidade. Dosséis muito baixos podem prejudicar a apreensão da forragem por meio da redução da profundidade, do volume e da massa do bocado, o que limita o consumo diário de forragem e acarreta redução do desempenho animal.

A massa e altura do pasto também são fatores determinantes da preferência pelos bovinos. O aumento na altura do pasto irá resultar em aumento do consumo e desempenho por bovinos somente até certo ponto, a partir do qual haverá redução (Sollenberger & Wallau, 2020). Nestas situações, dosséis excessivamente altos irão resultar em mudanças na estrutura, como menor densidade volumétrica da forragem, maior presença de colmos, lâminas foliares mais compridas e dificuldade de acesso às folhas, que também irão impactar negativamente no consumo de forragem. Quando a massa de forragem é limitante, grandes herbívoros começam a buscar plantas ou partes da planta de menor aceitação, ao mesmo tempo que passam a procurar por sítios de pastejo de menor preferência (Bailey & Provenza, 2008). Portanto, os bovinos são capazes de selecionar sítios de pastejo onde haja forragem de melhor qualidade e em abundância, bem como *patches* (sequência de pastejos delimitados por uma parada instantânea) que ofereçam maior quantidade de folhas de gramíneas. Segundo Santos et al. (2011), a folha verde é o componente mais buscado por bovinos em pastejo e isso decorre da facilidade na apreensão, mastigação e digestibilidade.

Os bovinos são considerados pastejadores de gramíneas, sendo, portanto, a espécie vegetal mais buscada por estes animais. A preferência dos bovinos por gramíneas fica mais evidente quando as dicotiledôneas em questão apresentam menor aceitabilidade, em função da presença de taninos. Devemos ressaltar que o comportamento pastejador pode trazer restrições ao uso direto de plantas arbustivas e arbóreas. Dessa forma, as gramíneas e as leguminosas herbáceas serão sempre

as espécies mais indicadas para os bovinos. Mas, vale salientar que em sistemas de consórcio entre gramíneas e leguminosas, dependendo da leguminosa presente, haverá certa preferência dos bovinos por essas plantas, devido, principalmente a maior qualidade.

Dentre as plantas herbáceas cultivadas em pastagens no Brasil, a sua grande maioria é representada pelas gramíneas tropicais dos gêneros *Brachiaria* (Syn. *Urochloa*), *Panicum* (Syn. *Megathyrsus*), *Pennisetum*, *Cynodon*, entre outros. Desta forma, no presente capítulo serão abordadas, notadamente, as gramíneas de clima tropical.

O uso das forrageiras tropicais, quando bem manejadas, irá proporcionar o suprimento de boa parte da demanda nutricional dos bovinos (Euclides et al., 2010), sejam de corte ou de leite. Portanto, os fatores que mais irão influenciar a escolha da forrageira para os bovinos serão o nível de exigência nutricional da categoria e as características do sistema de produção onde estão inseridos.

As plantas do gênero *Brachiaria* são as mais cultivadas no Brasil, sobretudo a cultivar Marandu da espécie *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. Essas plantas estão presentes principalmente em sistemas de produção extensivos e semi-intensivos. Nestes sistemas, o manejo tem sido realizado de forma deficiente, o que leva a redução da produtividade e piora do valor nutritivo da forragem. Contudo, o manejo correto pode elevar consideravelmente a produção e a qualidade. O uso deste gênero também está mais associado aos sistemas que utilizam o método de pastejo por lotação contínua. Isso se deve principalmente à facilidade de manejo buscada pelos produtores rurais e a maior extensão das áreas de pastagens cultivadas com estas forrageiras.

O gênero *Brachiaria* também oferece plantas adaptadas às diversas condições de ambiente e manejo. Nesse sentido, podemos encontrar tanto plantas adaptadas aos solos alagados, como as espécies *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick., *Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf e *Brachiaria arrecta* (Hack. ex T. Durand & Schinz) Stent; quanto espécies indicadas para condições de solo bem drenado, como as plantas de *Brachiaria decumbens* Stapf, *Brachiaria ruziziensis* R. Germ. e C.M. Evrard e *Brachiaria brizantha*. Há também uma opção de planta tolerante à seca, como o caso da *Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy. Ainda falando sobre o ambiente, teremos plantas com nível de produção e potencial de resposta à adubação bastante variados. Nessas condições, as plantas de *B. brizantha* apresentam maior porte e potencial de resposta à adubação, ao passo que as outras espécies apresentarão menor nível de produtividade.

Os principais exemplos de plantas de *B. brizantha* são os capins Marandu, Xaraés, Piatã e Paiguás. A cultivar Basilisk é a única da espécie *B. decumbens* que ainda é cultivada no país. Também existem opções de híbridos de *Brachiaria*, como o Mulato II, BRS Ipyorã, Mavuno, Sabiá e Cayana.

As plantas de *Panicum maximum* Jacq. também são bastante utilizadas em sistemas de produção de bovinos e são caracterizadas, em geral, por porte alto, elevada exigência em manejo, exigência em fertilidade do solo comparativamente superior ao gênero *Brachiaria* e maior potencial de resposta à adubação. Tais características fazem com que as plantas de *Panicum* estejam inseridas em sistemas de produção ou condições de manejo mais intensivas e sejam manejadas preferencialmente por lotação intermitente. Contudo, os sistemas de produção de bovinos no Brasil são, em sua maioria, caracterizados por manejo menos intensivo e por lotação contínua, o que faz com que as plantas de *Panicum* estejam inseridas em menor grau que as plantas de *Brachiaria*. Apesar disso, maiores taxas de lotação e maior valor nutritivo podem ser obtidas com a utilização das plantas de *Panicum*, quando adequadamente manejadas.

As forrageiras da espécie *P. maximum* podem ser utilizadas tanto com bovinos de corte, quanto com bovinos de leite, contudo há maior inserção da espécie na bovinocultura leiteira. Isso se deve ao fato do manejo diário da ordenha dos bovinos leiteiros facilitar a movimentação dos animais entre os piquetes, bem como proporciona controle do desenvolvimento do dossel forrageiro. Bovinos leiteiros também apresentam maiores exigências nutricionais, em função da constituição genética ser proveniente de raças taurinas europeias especializadas e seus cruzamentos com zebuínos. Isso faz com que haja um foco maior em plantas de maior qualidade, quando comparadas as plantas utilizadas na alimentação de bovinos de corte.

Os principais exemplos de plantas de *Panicum* são os capins Mombaça (cultivado em maior escala), Tanzânia (já em fase de declínio de utilização devido a suscetibilidade fungo *Bipolaris maydis*) e Massai. Também podemos citar as cultivares Aruana, BRS Tamani, BRS Quênia e BRS Zuri (que tem sido bem aceito pelos pecuaristas, talvez por ser mais dócil para o manejo quando comparado com a cultivar Mombaça), MG12 Paredão e Miyagui. Dentre as plantas listadas acima, as plantas de Massai, Aruana e Tamani apresentam menor porte e também podem ser utilizadas em sistemas de produção de pequenos ruminantes como será apontado a seguir.

Plantas do gênero *Cynodon* também são indicadas para bovinos. Estas forrageiras são caracterizadas por menor porte, folhas e colmos finos e crescimento estolonífero, o que as difere bastante das plantas de *Brachiaria* e *Panicum*. O nível

de inserção do *Cynodon* na bovinocultura é menor que os outros dois gêneros, mas não menos importante, já que suas características permitem explorar nichos não contemplados pelos outros, como condições de pastejo mais intenso e produção de feno. O manejo deste gênero na bovinocultura pode ser realizado por meio de pastejo contínuo ou rotativo, demonstrando sua flexibilidade. Apesar das vantagens citadas, o fator mais limitante à expansão das áreas de *Cynodon* é a sua propagação por mudas, que apresentam acesso restrito e valor elevado. Há poucas opções de plantas propagadas por sementes.

Os dosséis de plantas de *Cynodon* são em geral mais baixos que as plantas de *Panicum* e são bastante flexíveis do ponto de vista do manejo. Isso se deve, principalmente, ao seu crescimento estolonífero e à grande quantidade de gemas próximas ao solo. Apesar da flexibilidade de manejo, as plantas de *Cynodon* vão precisar do atendimento de suas exigências minerais para otimização da sua resposta. Em condições adequadas de fertilidade, estas plantas apresentam elevado potencial de produção de forragem de alta qualidade, o que as torna indicadas para sistemas mais intensivos de criação de bovinos.

Plantas de *Pennisetum purpureum* Schumach., conhecidas conjuntamente como capim-elefante, também podem ser utilizadas na alimentação dos bovinos de corte e leite. Essa planta apresenta alto potencial de produção e qualidade de forragem desde que seu aproveitamento seja realizado no momento correto. O capim-elefante pode ser utilizado para a produção de volumoso para corte, sua principal aplicação, ou para pastejo. O cultivo de capim-elefante em capineiras implica no corte e fornecimento diário da forragem fresca no cocho ou na forma de silagem. O uso na forma fresca no cocho está muitas vezes associado à bovinocultura de leite, em função do manejo diário da ordenha e da menor escala dos pequenos estabelecimentos leiteiros, em relação aos sistemas de produção de gado de corte.

Seu uso para pastejo é pouco comum, devido sua propagação por mudas, que dificulta o estabelecimento de grandes áreas. Ademais, o controle do desenvolvimento do colmo do capim-elefante constitui um desafio, capaz de ser conseguido com um manejo do pastejo muito criterioso. Suas cultivares apresentam portes variados, sendo as de porte grande (Cameroon, Napier e BRS Capiáçu, por exemplo) mais indicadas para capineiras e as de porte anão (Mott e BRS Kurumi), mais indicadas para pastejo.

Para expressar o potencial de produção do capim-elefante, o mesmo deverá ser cultivado em solos férteis e bem drenados. Seu potencial de resposta a adubação também é elevado, o que permite se obter altas produções em pequenas áreas.

Além dos gêneros citados anteriormente, também temos como opção para bovinos as plantas de capim-andropógon (*Andropogon gayanus* Kunth) e Capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), para regiões semiáridas. Plantas como o capim-setária (*Setaria anceps* Stapf) podem ser mais uma opção para terrenos mal drenados, assim como plantas de capim-pojuca (*Paspalum atratum* Swallen).

Forrageiras para búfalos

Os búfalos são considerados animais bastante rústicos e capazes de aproveitar forrageiras de baixa qualidade. Esses animais são pastejadores não seletivos e isso está associado à presença de adaptações anatômicas e fisiológicas que lhes tornam aptos a aproveitarem forragem de baixa qualidade. Estas adaptações são representadas por focinho largo, ausência de lábios superiores, proporcionando menor habilidade para seleção, e grande volume ruminal, que contribui para aumentar o tempo de retenção da digesta no rúmen.

De maneira semelhante aos bovinos, não há restrições impostas pela espécie bubalina às forrageiras mais cultivadas no Brasil. Contudo, a criação de búfalos pode, em alguns momentos, estar associada a áreas com alagamentos, o que pode restringir a espécie forrageira. As principais plantas tolerantes aos alagamentos são *B. humidicola*, *B. mutica*, *B. arrecta*, *S. anceps* e *P. atratum*. As plantas de *B. humidicola*, *S. anceps* e *P. atratum* são propagadas por sementes e, portanto, mais fáceis de serem utilizadas para a implantação de grandes áreas. A *B. mutica* também pode ser propagada por sementes, mas a sua disponibilidade é restrita.

Forrageiras para caprinos e ovinos

Em uma ordem de escala de seleção caprinos são mais seletivos que ovinos que por sua vez, são mais seletivos que bovinos. Os hábitos de pastejo de cada uma das espécies é determinante para a escolha da forrageira que será utilizada no sistema de produção. As razões pelas quais os ovinos e caprinos selecionam uma dada planta, ou parte dela, estão relacionadas aos parâmetros morfológicos como tamanho do corpo, capacidade do estômago, peso do animal, tamanho da boca e anatomia labial.

Caprinos, apresentam ampla flexibilidade alimentar, consumindo grande variedade de plantas, desde gramíneas até dicotiledôneas herbáceas, folhas e brotos de árvores e arbustos, exibindo um comportamento alimentar classificado como

oportunístico, em que os animais, em função da disponibilidade da forragem e estação do ano, conseguem facilmente modificar suas preferências alimentares, balanceando macronutrientes a partir de alimentos individuais complementares (Leite, 2002).

Já os ovinos utilizam os lábios e os pequenos dentes incisivos como as principais estruturas de apreensão de alimentos (Santos et al., 2010) e, diferentemente dos bovinos, a língua não é utilizada para este fim. Assim, os ovinos são mais eficientes no processo de apreensão e separação do alimento, possibilitando maior seletividade da forragem, assim, optando, sempre que possível, pelas partes mais tenras e palatáveis da planta (Carvalho et al., 2001). Enquanto os ovinos são selecionadores de volumosos, os caprinos são selecionadores intermediários, exibindo alto grau de flexibilidade alimentar, variando os seus hábitos de seleção de dieta de acordo com a época do ano, bem como em consonância com a qualidade e a disponibilidade de forragem.

Caprinos e ovinos são animais gregários que ao pastejarem, possuem preferência por terem contato visual com os demais membros do grupo. Assim, não se recomenda o uso de forrageiras de porte alto para sistema de produção de pequenos ruminantes. As cultivares de *P. maximum* mais recomendadas são Aruana, Massai e BRS Tamani, com possibilidade de uso de BRS Zuri e BRS Quênia. Mombaça, Paredão e Miyagi devem ser evitados. Também *Andropogon* e cultivares para pastejo de capim-elefante não devem ser recomendadas.

Plantas do gênero *Cynodon* são muito utilizadas para produção de pequenos ruminantes, principalmente ovinos. Tifton e Coastcross-1 são os mais utilizados. Entretanto, há uma preocupação no diz respeito a verminose, uma vez que devido ao hábito de crescimento estolonífero dessas forrageira, o ambiente se tornaria mais propício à sobrevivência de larvas. De forma geral, pequenos ruminantes são mais susceptíveis a verminose do que bovinos. Mas, não somente o gênero *Cynodon* pode agravar a infestação por lavar de parasitas. Quadros et al. (2010), objetivando avaliar a verminose em caprinos e ovinos mantidos em pastagens de *P. maximum* na época chuvosa do ano, quantificaram a densidade de massa seca (MS) dos diferentes estratos (0-15, 15- 30 e acima de 30 cm) da pastagem e a contaminação da forragem por larvas infectantes de nematódeos gastrintestinais (L3). Os autores concluíram que o número total de larvas infectantes/kg MS não variou com o estrato, obtendo-se a média de 22,2 L3/kg MS. Na forragem, identificaram-se larvas L3 de *Haemonchus* sp. e *Trichostrongylus* sp., refletindo os resultados das coproculturas. Caprinos apresentaram maior contagem de OPG (2602) do que os ovinos (865), demandando maiores cuidados sanitários

Devido ao hábito alimentar desses animais, as leguminosas arbustivas e arbóreas passam a ter maior importância. Nesse caso, o uso de banco de proteína é uma excelente estratégia para sistemas de produção de caprinos e ovinos. O banco de proteína consiste na separação de uma área da pastagem para ser cultivada exclusivamente com alguma leguminosa. O objetivo é aumentar a qualidade da dieta dos animais, abrindo os piquetes com leguminosas em períodos de 2 a 4 horas por dia. Leguminosas do gênero *Stylosanthes* podem ser usadas com esse propósito, assim como a espécie *Cajanus cajan* (L.) Huth (feijão guandu), com destaque para a cultivar Mandarim.

Forrageiras do gênero *Brachiaria*, de forma geral, são bem aceitas. Entretanto, Lemos et al. (1998) relatam fotossensibilização em caprinos consumindo *B. decumbens* no estado do Mato Grosso do Sul. Também Albernaz et al (2010) relataram fotossensibilização em ovinos associada à ingestão de *B. brizantha* no estado do Pará.

Vale ressaltar, que no Nordeste do Brasil pequenos ruminantes muitas vezes são criados em áreas de pastagem nativa (Araújo Filho, 2013), devendo buscar-se manejar adequadamente a Caatinga durante todo o ano, notadamente quanto a pressão de pastejo.

Forrageiras para equinos

Para escolher uma gramínea forrageira apropriada para os equinos, é necessário conhecer algumas características desses animais. Nesse contexto, os equídeos realizam a apreensão da planta utilizando o lábio superior, colocando o alimento entre os dentes incisivos, os quais, por sua vez, executam o corte, auxiliado pela movimentação da cabeça (Haddad & Plalatzek, 1986). Assim, estes animais têm maior aptidão ao corte mais baixo e intenso, condição em que as gramíneas forrageiras com crescimento estolonífero, em geral, são mais adaptadas.

Os capins estoloníferos apresentam estolão, um tipo de colmo aéreo e de crescimento paralelo à superfície do solo. Essa forma de crescimento mais prostrada ou rasteira faz com que muitos pontos de crescimento (meristemas apicais e gemas axilares) permaneçam próximos à superfície do solo. Essa característica é importante porque, mesmo após o pastejo intenso, que pode ser promovido pelos equinos, muitos pontos de crescimento podem remanesecer intactos, favorecendo a perenidade e a rebrotação do pasto.

O porte mais baixo das gramíneas estoloníferas também favorece outro comportamento dos equinos: a realização corriqueira de corridas na pastagem.

Adicionalmente, pelo fato de os cavalos apreenderem menor quantidade de forragem por bocado e terem menor taxa de ingestão de forragem, em comparação aos outros herbívoros, os primeiros dedicam mais tempo ao pastejo (Arnold & Dudzinski, 1978). Todas essas características dos equinos geram maior impacto dos cascos dos animais sobre o pasto. Dessa forma, há maior risco de as plantas serem mais danificadas ou arrancadas do solo. Por isso, é comum se dizer que “o cavalo come com uma boca e quatro cascos”. Nessa condição, o uso de plantas que, além de estoloníferas, também sejam rizomatosas é apropriado. As plantas rizomatosas possuem rizoma, um tipo de colmo subterrâneo e, por isso, mais protegido dos danos mecânicos causados pelo pisoteio animal.

No caso de ocorrerem pisoteio mais concentrado em alguns pontos do piquete, como nos cantos ou próximo dos corredores de manejo, o solo pode ficar exposto. Nesse caso, para evitar possíveis problemas de erosão ou de aparecimento de plantas daninhas, é importante que a gramínea forrageira tenha alta capacidade de ocupar essas áreas, após um período adequado de descanso. Essa característica também é encontrada nas gramíneas estoloníferas, que colonizam eficientemente as novas áreas “abertas” na pastagem, via o crescimento dos estolões. Ademais, a presença de rizomas em algumas destas forrageiras também pode contribuir para o surgimento de novos brotos e para o reestabelecimento da cobertura vegetal nas áreas pisoteadas.

Dentre as gramíneas de crescimento estoloníferos recomendadas para os equinos, destacam as do gênero *Cynodon*, como os capins Tifton 85, Coastcross-1, Estrela-Africana, Jiggs e Vaquero. Outras opções de gramíneas forrageiras estoloníferas para os equinos são: *Digitaria* (*Digitaria decumbens* Stent) e a grama-batatais (*Paspalum notatum* Flüggé).

As gramíneas cespitosas (que formam touceiras), de crescimento ereto e com maior altura, também podem ser utilizadas para os equinos. Nessas plantas, os meristemas apicais estão localizados no estrato superior do pasto, sendo, portanto, mais susceptíveis de serem removidos durante o pastejo. Por isso, essas gramíneas não devem ser manejadas muito baixas, o que comprometeria sua persistência e sua produção de forragem. Por outro lado, para respeitar o comportamento dos equinos, é recomendado evitar o uso de gramíneas forrageiras com porte muito alto, pois estas constituiriam obstáculo às corridas destes animais. Ademais, algumas gramíneas forrageiras com porte mais alto podem ter lâminas foliares mais compridas e com bordas cortantes, o que aumenta o risco de causar lesões de difícil cicatrização na comissura labial. Por isso, novamente ressalta-se a importância da adoção do manejo

do pastejo adequado para essas gramíneas, para evitar que essas plantas ultrapassem as alturas recomendadas (Tabelas 1 e 2).

Dentre as gramíneas forrageiras cespitosas e de crescimento ereto que podem ser utilizadas para o pastejo dos equinos, destacam-se as do gênero *Panicum*, como as cultivares Colonião, Mombaça, Tanzânia, Massai, Tamani, Quênia, Paredão e Zuri. Além destas, também podem ser usados o Capim-andropógon e o Capim-de-rhodes (*Chloris gayana* Kunth). Entretanto, vale salientar que existem muitos relatos de pecuaristas indicando morte de equinos consumindo cultivares de *P. maximum*.

A gramínea forrageira também deve ter boa aceitabilidade pelos equinos. Nesse contexto, Archer (1973) relataram que os equinos têm geralmente maior preferência por gramíneas, em relação às leguminosas e outros tipos de vegetais. Vale destacar que a aceitabilidade de uma planta pelos animais em pastejo também é dependente da estrutura ou morfologia do pasto e também das características do animal, como experiência prévia de pastejo, jejum e variações individuais (Dumont, 1997).

Ainda com relação à aceitabilidade, é sabido que os equinos não consomem satisfatoriamente a maioria das espécies de *Brachiaria* utilizadas nas pastagens para a criação de bovinos (*B. decumbens* e *B. brizantha*), com exceção da *B. humidicola*, braquiária-do-brejo (*B. arrecta*) e capim-angola (*B. mutica*). Nesse sentido, é possível que muitos equinos sejam mantidos em pastagens com gramíneas forrageiras inadequadas à sua preferência, o que pode reduzir o consumo de pasto e o desempenho desses animais.

A gramínea forrageira a ser escolhida para a criação de equinos também não deve conter fatores antinutricionais. Dentre os fatores antinutricionais, o oxalato é um fator de grande preocupação, pois essa molécula se liga fortemente a cátions mono ou divalentes, como K^+ , Na^+ e, principalmente, o Ca^{2+} . Quando há deficiência de Ca na dieta, ocorre liberação de Ca dos ossos para o sangue. A reabsorção óssea ocorre primeiramente nos ossos longos e, depois, em ossos da face. Em seguida, a matriz óssea é substituída por tecido conjuntivo fibroso de forma irreversível, dando um aspecto abaulado à cabeça. Por isso, a enfermidade recebeu o nome popular de doença da “cara inchada” (Swartzman et al., 1978). Nesse contexto, salienta-se a importância da utilização de uma mistura mineral própria para atender as exigências dos equinos, não só em cálcio, mas também em outros minerais (Puoli Filho et al., 1999). Essa medida é relevante, sobretudo quando os animais são mantidos em pastagens com forrageiras com alto teor de oxalato, tais como as espécies *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov., *B. humidicola*, *Setaria anceps* cv. Kazungula e *Digitaria decumbens* cv. Transvala.

Outro problema que tem acometido os equinos durante o período chuvoso em alguns estados do bioma amazônico é a cólica, associada ao consumo das cultivares Massai, Tanzânia e Mombaça de *Panicum maximum*. Essa é uma enfermidade aguda, caracterizada geralmente por distensão abdominal, perda de apetite, apatia, paralisia de intestinos, refluxo de conteúdo gástrico pelas narinas, rolamento e morte (Schons et al., 2012; Santos et al., 2007; Zilio et al., 2010).

Tem sido sugerido que a causa desse problema é alta concentração de carboidrato de fermentação rápida nas folhas dessas gramíneas durante o período chuvoso, quando o pasto está com altas taxas de rebrotação (Dias et al., 2014). Como consequência, ocorre rápida fermentação da forragem no intestino, com produção excessiva de gás, alterações da motilidade intestinal (Hoffman, 2009), modificação da microbiota intestinal e produção de ácido lático e endotoxinas (EMBRAPA, 2001), que levam à formação das lesões observadas no intestino e a intensa dilatação abdominal associada ao desconforto (Hoffman, 2009). Como medida preventiva para esse problema, recomenda-se evitar que os animais consumam exclusivamente essas referidas gramíneas forrageiras durante a época das chuvas.

Forrageiras para aves

Apesar das forrageiras serem amplamente conhecidas como uma das principais fontes de alimento para ruminantes e outros herbívoros domésticos, elas também podem fazer parte da dieta de não ruminantes, como as aves e suínos.

Neste cenário, as forrageiras estão inseridas principalmente em sistemas de produção ao ar livre, avicultura caipira e sistemas de produção orgânicos, onde o acesso à forragem entra como forma de caracterização do sistema de produção e como fonte complementar de alimento. Do ponto de vista da caracterização do sistema de produção, as criações alternativas e caipiras devem obrigatoriamente proporcionar acesso das aves aos piquetes com forragem.

O acesso aos piquetes com forragem permite a expressão do comportamento natural das aves de ciscar, correr, bater as asas, tomar banho de terra e de sol, buscar alimento nas folhas mais tentas, nos insetos e outros animais que possam viver na pastagem. Segundo Barbosa et al. (2007), o ambiente da avicultura caipira proporciona a seleção de frutos, sementes e partes das folhas de inúmeras plantas que vão contribuir com a diversificação da dieta e a economia com a ração balanceada.

Do ponto de vista da nutrição, podemos considerar a forragem como fonte de vitaminas, minerais e proteína, dependendo da espécie vegetal. As forrageiras

são ricas em carotenoides, que conferem coloração mais amarelada ou alaranjada às gemas e à carne das aves caipira, sendo estas características buscadas pelos consumidores. Por outro lado, o alto teor de fibra observado nas forrageiras pode ser limitante ao desempenho das aves, já que a forragem apresenta alto teor de carboidratos fibrosos e baixo teor de amido. A degradação do carboidrato fibroso só é realizada por ruminantes e equinos, em função da presença dos compartimentos fermentadores rúmen, no caso dos ruminantes, e ceco, no caso dos coelhos e equinos. Nestes locais há microbiota que produz enzimas capazes de quebrar as ligações químicas presentes nas moléculas de pectina, celulose e hemicelulose. Portanto, quanto maior o teor de fibra da forragem, menor será o aproveitamento do alimento pelas aves.

Segundo Barbosa et al. (2007), alimentos com altos teores de fibra bruta (acima de 6%) e baixo teor energético (abaixo de 2.400 kcal) devem ser fornecidos criteriosamente às aves. Portanto, do ponto de vista nutricional, a planta escolhida para o fornecimento para as aves deve possuir elevada digestibilidade, baixo teor de fibra e alto teor de proteína. Tais características podem ser observadas em alguns frutos, restos culturais como parte aérea de mandioca, de batata doce e restos de hortaliças. Além destas, também podemos observar tais características na forragem produzida por leguminosas forrageiras como Guandu (*Cajanus cajan*), Estilosantes (*Stylosanthes* spp) e Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit) e por gramíneas de alta digestibilidade, como o capim-quicuío (*Pennisetum clandestinum*) e as plantas do gênero *Cynodon*, como Tifton 68, Tifton 85 e Grama-estrela-roxa (Estrela-Africana), entre outros. As forrageiras listadas acima ainda apresentam elevado teor de fibras, mas com maior digestibilidade e teor de proteínas que a maioria das outras forrageiras.

As forrageiras, principalmente aquelas de elevado teor proteico, podem ser fornecidas para forrageamento, na forma de forragem fresca picada ou na forma de farinhas que irão compor a dieta. Como o pastejo ou forrageamento é o principal foco do presente capítulo, nos concentraremos naquelas utilizadas para estabelecimento de pastagens. Assim, as leguminosas para aves devem possuir elevado teor proteico e boa capacidade de persistência na pastagem. Por outro lado, os capins, além de apresentarem alto teor de proteína e digestibilidade, também devem possuir, preferencialmente, folhas finas. Tais características são marcantes nas plantas de *Cynodon*.

Além das características nutricionais, características morfológicas da planta e características comportamentais dos animais também devem ser observadas. Do ponto de vista morfológico, devemos lembrar que as aves são animais de pequeno

porte e não vão se aventurar na busca de alimento em dosséis forrageiros formados por plantas altas, mesmo diante do hábito de empoleirar-se. Desse modo, segundo França et al. (2014), as forrageiras indicadas para piquetes de aves devem apresentar baixo porte, bom enraizamento e boa cobertura do solo. Também podemos destacar a presença de rizomas como forma de melhorar a rebrota da forrageira em piquetes para aves.

Outro fator muito importante a ser considerado na escolha da forrageira é a proteção do solo, já que o comportamento das aves de ciscar, bicar e buscar por sementes limita o crescimento da maior parte das plantas, tornando o solo completamente exposto ao processo de erosão. A proteção para esse tipo de situação pode ser obtida com forrageiras estoloníferas, como capim-quicuío e plantas de *Cynodon*. Apesar do crescimento estolonífero e da presença de rizomas no capim-quicuío, França et al. (2014) observaram redução da cobertura por esta forrageira com o tempo de ocupação dos piquetes pelas aves. Plantas leguminosas rasteiras, como o amendoim forrageiro, também podem apresentar boa resposta em piquetes com aves, desde que estejam inseridas em locais de maior precipitação, condição exigida pela planta. O amendoim forrageiro apresenta crescimento rasteiro e bom enraizamento.

Para uma boa persistência das forrageiras nos piquetes de aves, a densidade de lotação deve estar abaixo de 3 m² por ave. Nessa lotação, a pressão de pastejo e pisoteio sobre a forrageira é menor e permite que os pastos se tornem mais persistentes. França et al. (2014) observaram que o Tifton 85 e o Estilosantes Campo Grande apresentaram melhor cobertura, altura e massa de forragem quando manejados a 3 m² por ave, em relação a 1 m² por ave. A persistência do pasto é importante para garantir o ambiente rico para os animais e favorecer seu comportamento. O uso da densidade de lotação correta vai auxiliar a reduzir o estresse para a planta e manter uma boa cobertura do solo. Além da densidade de lotação, a rotação de piquetes também deve ser considerada, pois permite que as forrageiras se recuperem e melhorem a cobertura do solo, aumentando a oferta de forragem às aves.

As pastagens nativas também podem estar inseridas nos piquetes para aves, pois são bastante adaptadas às condições de solo e clima da região e podem fornecer opções mais variadas de plantas, frutos, sementes e animais da fauna invertebrada.

Forrageiras para suínos

A pastagem também está inserida nos sistemas de criação de suínos, principalmente quando estes se dão ao ar livre, onde os animais precisam ter acesso a áreas para caminhar e exercer seu comportamento natural de fuçar e chafurdar. Nestes sistemas, há grande potencial de degradação em função do pisoteio realizado pelos suínos. Segundo Vincenzi (1996), o comportamento natural dos suínos e a pequena superfície de casco em relação ao peso corporal destes animais imprimem considerável compactação ao solo. Assim, a proteção do mesmo contra os processos de compactação e erosão são o principal objetivo com a pastagem (Leite et al., 2006). O acesso à forragem e aos piquetes também servirá como forma de caracterização do ambiente de criação ao ar livre e proporcionará condições de bem-estar aos animais.

De maneira semelhante às aves, os suínos são animais não ruminantes. Porém, a interação da fibra da forragem com os suínos indica que há pequeno aproveitamento por parte destes animais, o que dependerá da categoria e do nível de inserção da fibra na dieta. Em revisão publicada por Vincenzi (1996), as matrizes suínas são apontadas como a principal categoria capaz de melhor aproveitar a fibra da forragem. Segundo Mott & Barnhart (1966), o fornecimento de ração balanceada para matrizes suínas pode ser reduzido em 50% por meio do fornecimento de forragem de alfafa, sem afetar o desempenho desta categoria. O fornecimento de forragem às matrizes também pode contribuir com o efeito de enchimento do trato digestivo e a redução do fornecimento de energia, haja vista que o ganho de peso pelas matrizes gestantes pode resultar em problemas no parto. Suínos na fase de creche e terminação também são capazes de utilizar níveis moderados de fibra na dieta (Kerr & Shurson, 2013).

O aproveitamento da fibra ocorre por meio da fermentação do material fibroso de maior solubilidade no intestino grosso, com produção de ácidos graxos voláteis (AGV) que contribuirão com até 30% da energia de manutenção de suínos em crescimento (Rerat et al., 1987; Yen et al., 1991). De fato, a absorção dos AGV por suínos é um processo eficiente, já que a infusão de AGV no ceco de suínos resultou em excreção inferior a 1% do material fornecido (Jørgensen et al., 1997). Este resultado realça a importância do acesso à forragem em sistemas de criação ao ar livre.

A escolha de forrageiras para suínos se assemelha às recomendações para aves, uma vez que os comportamentos naturais de bicar e ciscar, nas aves, e fuçar, chafurdar e pisotear, no caso dos suínos, demandarão forrageiras de elevada persistência mediante estas condições. Assim, a planta escolhida para piquetes de suínos deverá ser tolerante ao pisoteio, com forte propagação vegetativa e com

grande capacidade de colonizar espaços vazios. Do ponto de vista morfológico, isso é conseguido por meio do uso de plantas mais prostradas, com a presença de estolões vigorosos e, se possível, a presença de rizomas. Tais características são bastante comuns em plantas de *Cynodon*.

Do ponto de vista qualitativo, devem ser buscadas forrageiras com elevado teor de proteína e digestibilidade, mas baixo teor de fibras. Estas características podem ser conseguidas principalmente com uso de leguminosas forrageiras como Estilosantes, Amendoim Forrageiro. As plantas de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.), Leucena, Guandu e Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth) também podem estar presentes em piquetes de suínos e serem fornecidas cortadas para o animal, uma vez que o corte e fornecimento dará acesso à forragem destas plantas de porte alto.

Plantas de Leucena devem ser fornecidas criteriosamente para aves e suínos, em função da presença do composto antinutricional mimosina. Segundo Tokarnia et al. (2012), o fornecimento de altos níveis de Leucena na dieta de suínos pode levar a ocorrência de alopecia, redução do apetite, redução no ganho de peso, baixa fertilidade, abortos, desprendimento dos cascos e morte. As publicações científicas sobre o tema não apontam nível seguro para o fornecimento, portanto o fornecimento deve ser feito com critério. Segundo Bellaver & Ludke (2004), o feno de Leucena pode fazer parte de até 10% da dieta de suínos. Segundo Wayman et al. (1970), a Leucena não deve ser fornecida a matrizes suínas gestantes, em razão da possível ocorrência de absorção fetal.

O uso de pastagens nativas também pode ser considerado alternativa para suínos já que estas pastagens são bastante diversificadas e perfeitamente adaptadas às condições de solo e clima da região, o que pode conferir maior persistência. Segundo Vincenzi (1996), os suínos apresentam comportamento diferente dos bovinos quando em pastejo. Em suínos pode ser observada maior seletividade em relação às plantas, o que faz com que pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas e os campos nativos com vegetação diversificada possam contribuir melhor com a sua alimentação.

Além da escolha da planta forrageira, considerações acerca da taxa de lotação também devem ser feitas, já que há risco de pisoteio excessivo e degradação da pastagem. Nesse contexto, o sistema Siscal da Embrapa é realizado com lotação de 12,5 matrizes ou 200 leitões de creche por hectare (EMBRAPA, 1999).

Manejando o pastejo de acordo com o tipo de resposta animal desejada

A simples escolha de um tipo de capim não é suficiente para a obtenção dos resultados desejados com a criação animal em pastagens. Também é necessário manejar adequadamente o pasto e o ambiente no qual o pasto se desenvolve (a pastagem), para que as desejáveis características genéticas ou intrínsecas do capim sejam expressas plenamente.

Desse modo, por exemplo, um capim pode ter genética para produzir muita forragem, porém, se o solo da pastagem for de baixa fertilidade e o pecuarista não realizar adubações, na prática, essa planta forrageira não terá alta produção de forragem. Da mesma forma, uma gramínea com genética para produzir forragem com alto valor nutritivo pode não manifestar essa característica, caso o pasto seja colhido pelos animais no momento errado, devido aos erros no manejo do pastejo.

Então, pode-se dizer que o fator determinante para que o capim expresse suas características desejáveis é o manejador da pastagem. Em outras palavras: quem faz o capim é o pecuarista. Nesse sentido, não existe capim ruim. O que pode ocorrer são resultados ruins, decorrentes da escolha inadequada da planta forrageira, bem como de erros com o manejo da pastagem.

O manejo da pastagem pode ser entendido como o uso do conhecimento para planejar e executar, de forma integrada, as ações que irão interferir nos componentes (solo, planta, animal e ambiente) e nas etapas do sistema produtivo (crescimento, utilização e conversão), com o objetivo de alcançar resultados desejáveis (Santos & Martuscello, 2020). Nesse sentido, existem várias ações de manejo da pastagem, como: adubação, irrigação, controle de plantas daninhas, suplementação dos animais e o manejo do pastejo. Este último consiste no controle da colheita do pasto pelos próprios animais na área da pastagem. O homem pode controlar o manejo do pastejo através da escolha dos métodos de lotação (contínua ou intermitente) e também pelos ajustes na frequência e na intensidade da desfolhação promovida pelos animais. Em geral, é possível manejar o pastejo, a fim de obter os seguintes tipos de resposta animal:

- I) maior desempenho por animal (kg/animal.dia de produto);
- II) maior taxa de lotação (animal/ha ou UA, unidade animal/ha); e
- III) maior produção animal por unidade de área da pastagem (kg/ha de produto animal).

Uma pastagem sob lotação contínua (“pastejo contínuo”) é caracterizada pela presença dos animais o tempo todo na área da pastagem, de maneira que os animais também têm acesso irrestrito à toda área da pastagem durante o período de pastejo. Neste método de lotação, a pastagem não passa por um período de descanso, isto é, um período sem animais. Em lotação contínua, o pasto deve ser mantido com uma faixa de altura média, que resulta em acúmulo de forragem relativamente constante e próximo do máximo. Nesse sentido, esses valores de alturas médias dos pastos foram identificados pelos pesquisadores e têm sido recomendados para o adequado manejo do pastejo dos capins tropicais sob lotação contínua (Tabela 1).

Tabela 1. Alturas médias recomendadas para o adequado manejo de pastos tropicais sob lotação contínua

Gramínea forrageira	Altura média do pasto (cm)
Capim-marandu	20 a 40
Capins do gênero <i>Cynodon</i>	10 a 20
Capim-braquiariinha	20 a 30
Capim-xaraés	15 a 30
Capim-piatã	15 a 30
Capim-mulato II	25 a 40
Capim-tanzânia	40 a 60

Fonte: adaptado de Santos et al. (2015).

Se o pasto estiver mais baixo do que os valores de altura recomendados na Tabela 1, a pastagem estará numa condição de superpastejo. De outro modo, caso o pasto esteja mais alto do que os valores de altura apresentados na Tabela 1, a pastagem estará numa condição de subpastejo. Com relação à reposta do animal, se o pecuarista tem como objetivo obter maior desempenho de seus animais, o pasto deve ser mantido mais próximo do limite superior da faixa de altura recomendado. Porém, se o pecuarista desejar trabalhar com maior taxa de lotação, deverá manter o pasto com altura média mais próxima do limite inferior da faixa de altura recomendada. E, de modo geral, a maior produção por área de pastagem (mais carne ou leite por hectare) é conseguida com a manutenção do pasto com altura próxima ao meio da faixa recomendada (Figura 2).

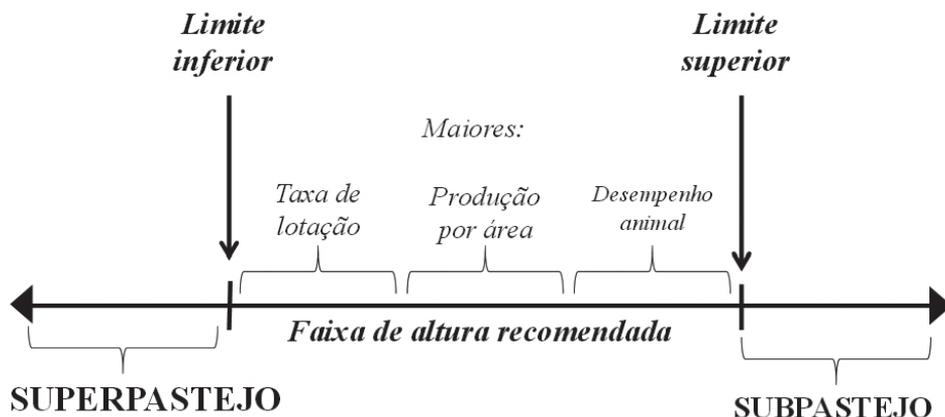


Figura 2. Dentro da altura recomendada para o manejo do pastejo sob lotação contínua, o pecuarista pode escolher a altura em que o pasto será mantido, de acordo com os tipos de resposta animal que se objetiva.

Assim, pode-se usar menor altura média quando o pasto for pastejado por animais com menor potencial de produção ou menor exigência nutricional. Contrariamente, quando se trabalha com animais mais produtivos, torna-se coerente manejar o pasto mais alto. Mas lembre-se: sempre manter o pasto dentro da faixa de altura recomendada!

Com o método de lotação intermitente, a exemplo do pastejo rotativo, a pastagem é dividida em dois ou mais piquetes e cada um deles é submetido a um período controlado de pastejo, chamado de período de ocupação, seguido de um período de descanso, sem animais. Numa pastagem sob lotação intermitente, uma ação de manejo deve ser realizada pelo manejador: definir os momentos de iniciar e de terminar os períodos de ocupação e de descanso de cada piquete. Nesse sentido, recomenda-se que o pasto deve ser colhido quando estiver interceptando, no máximo, 95% da radiação luminosa incidente. Nessa condição de pré-pastejo, há maior produção de forragem com alta percentagem de folhas e baixos percentuais de colmo e material morto, resultando em forragem de melhor valor nutritivo e potencialmente mais consumida pelo animal, o que irá proporcionar maior desempenho e produtividade animal por área da pastagem (Da Silva et al., 2015).

Para cada gramínea forrageira, há uma altura do pasto correspondente à interceptação de 95% da luz solar (Tabela 2). Esta é a altura crítica, que não deve ser ultrapassada, quando o pasto for manejado em pastejo rotativo.

Tabela 2. Metas de altura do pasto na condição de pré-pastejo e correspondentes à interceptação de 95% da luz solar pelos pastos manejados sob lotação intermitente

Gramínea forrageira	Altura média do pasto (cm)
<i>Pennisetum purpureum</i> cv. Cameron	100
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	90
<i>Pennisetum purpureum</i> cv. Napier	85
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	70
<i>Pennisetum glaucum</i> – Milheto	60
<i>Sorghum bicolor</i> – Sorgo forrageiro	50
<i>Andropogon gayanus</i> – Andropógon	50
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés	30
<i>Brachiaria</i> sp. cv. Mulato	30
<i>Panicum maximum</i> cv. Aruana	30
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	25
<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	20

Fonte: adaptado de Santos et al. (2017).

Por outro lado, para definir a condição de pós-pastejo rotativo, isto é, o momento de retirar os animais do piquete, deve-se controlar o grau com que o pasto será rebaixado durante o período de ocupação, para não prejudicar o seu crescimento. Além disso, esse nível de rebaixamento depende do tipo de resposta animal que se deseja. Quando se deseja maximizar o desempenho do animal, recomenda-se não rebaixar o pasto mais do que 40% da altura de pré-pastejo (Fonseca et al., 2013). Com isso, os animais consumirão praticamente só a folha viva, que fica mais concentrada na metade superior do pasto em estágio vegetativo (Figura 3).

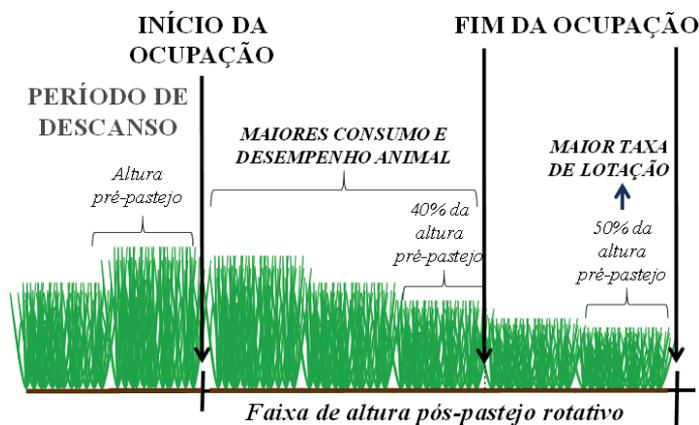


Figura 3. Quando o pasto é manejado sob lotação intermitente, o rebaixamento do pasto deve ser próximo de 50% da altura pré-pastejo, onde se consegue alta taxa de lotação na pastagem. De outro modo, o rebaixamento de até 40% da altura pré-pastejo garante altos níveis de consumo e desempenho animal.

Porém, se o objetivo for trabalhar com maior taxa de lotação, pode-se rebaixar mais o pasto durante o período de ocupação, de modo que ele fique mais próximo de 60% da altura pré-pastejo (Figura 3). Isso ocorre, porque, para rebaixar mais o pasto durante um mesmo período de ocupação, é necessário colocar maior número de animais no piquete (Difante et al., 2010).

Vale destacar que a maior parte das recomendações para o manejo do pastejo das gramíneas forrageiras tropicais apresentadas anteriormente foi idealizada a partir de trabalhos de pesquisas em que os bovinos foram usados como animais pastadores, principalmente os bovinos de corte. Portanto, há maior carência de pesquisas sobre o manejo do pastejo com utilização de bovinos leiteiros e com as outras espécies de herbívoros domésticos, como caprinos, ovinos, bubalinos e equinos. Todavia, a despeito das particularidades de cada espécie ou categoria animal, a expectativa é de que os padrões de respostas apresentados nas Figuras 2 e 3 sejam comuns a todos os tipos de animais em condições de pastejo.

Perspectivas

Diante do exposto, foi possível demonstrar que a espécie animal também faz parte dos critérios a serem considerados na escolha da forrageira. Alguns animais, como os búfalos e bovinos não possuem restrições, sendo indicadas as plantas mais adaptadas ao sistema de produção adotado. Por outro lado, animais não ruminantes como aves e suínos apresentam menor capacidade de aproveitamento da fibra e demandam plantas mais digestíveis e de melhor qualidade. Estes animais também apresentam elevada pressão sobre a forrageira na pastagem, levando a necessidade de plantas com maior capacidade de recuperação em condições de desfolhações intensas. As forrageiras para equinos também seguem essa mesma linha. Além de aspectos relacionados ao animal, também deixamos claro que o manejo da forrageira é critério indispensável para que sejam obtidos melhores resultados produtivos, bem como maior sustentabilidade da pastagem. Portanto, a escolha da forrageira, que é apenas um dos aspectos que caracterizam o sistema de produção em pasto, pode proporcionar melhores resultados produtivos quando o animal também é considerado em conjunto com outros como clima, solo, nível tecnológico objetivos com o sistema de produção e métodos de pastejo.

Referências Bibliográficas

ALBERNAZ, T.T.; DA SILVEIRA, J.A.S.; SILVA, N.S. et al. Fotossensibilização em ovinos associada à ingestão de *Brachiaria brizantha* no estado do Pará. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.30, n.9, p. 741-748, 2010.

ARAÚJO FILHO, J. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Brasília: IICA; Recife: Projeto Dom Helder Câmara; Brasília: Projeto SEMEAR; Rio Grande do Sul: Associação Brasileira de Agroecologia, 2013, 200p.

ARCHER, M. The species preferences of grazing horses. **Journal British Grassland Society**. v.28, n.3, p.123-128, 1973.

ARNOLD, G.W. & DUDZINSKI, M.L. **Ethology of free-ranging domestic animals**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing. 1978, 198p.

BAILEY, D.W.; PROVENZA, F.D. Mechanisms determining large-herbivore distribution. In: **Resource Ecology: Spatial and Temporal Dynamics of Foraging**. In: PRINS, H.H.T. ; VAN LANGEVELDE, F. New York: Springer, 2008, p. 7-28.

- BARBOSA, F.J.V. et al. **Sistema alternativo de criação de galinhas caipiras**. Teresina: Embrapa Meio-Norte 2007, 69p. (Embrapa Meio Norte - Sistema de Produção, 4)
- BELLAVER, C.; LUDKE, J.V. Considerações sobre os alimentos alternativos para dietas de suínos. Encontro Internacional dos Negócios da Pecuária. **Anais...** ENIPEC. Cuiabá, MT, 2004.
- BENAVIDES, R.; CELAYA, R.; FERREIRA, L.M.M. et al. Grazing behavior of domestic ruminants according to flock type and subsequent vegetation changes on partially improved heathlands. **Spanish Journal of Agricultural Research**. v.7, n.2, p.417-430, 2009.
- CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C. et al. 2001. 'Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo', In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba: Fealq, pp. 853-871.
- DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PEREIRA, L.E.T. Ecophysiology of C4 forage grasses-understanding plant growth for optimizing their use and management. **Agriculture**, v.5, n.3, p.598-625, 2015.
- DIAS, G.B.G.; FALCÃO, C.M.; ARRUDA, F.P. et al. Surto de cólica por consumo de *Panicum maximum* (cv. Massai) em equinos no município de Poconé, Mato Grosso, Brasil. VII Encontro Nacional de Diagnóstico Veterinário e II Encontro Internacional de Sanidade de Animais de Produção (Endivet), Cuiabá, Mato Grosso, 2014.
- DIFANTE, G.S.; EUCLIDES, V.B.P.; NASCIMENTO JUNIOR, D. et al. Desempenho e conversão alimentar de novilhos de corte em capim-tanzânia submetido a duas intensidades de pastejo sob lotação rotativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.1, p. 33-41, 2010.
- DUMONT, B. Diet preferences of herbivores at pasture. **Annales de Zootechnie**. v.46, n.2, p.105-116, 1997.
- ENCONTRO DO CONESUL DE TÉCNICOS E ESPECIALISTAS EM SISCAL, 2., 1999, Concórdia, SC, **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPASA, 1999, 148 p. (EMBRAPA-CNPASA. Documentos, 61)
- Embrapa Gado de Corte. **Capim-Massai (*Panicum maximum* cv. Massai): alternativa para diversificação de pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001, 5p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 69).
- EUCLIDES, V.P.B. et al. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, supl.spe, p. 151-168, 2010.
- FONSECA, D.M.; SANTOS, M.E.R.; MARTUSCELLO, J.A. Importância das forrageiras no sistema de produção. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELO, J.A. (Org.). **Plantas forrageiras**. 2ed.Viçosa: Editora UFV, 2022, v. 1, p. 9-22.

FONSECA, D.M. & MARTUSCELLO, J.A. **Plantas Forrageiras**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2022. 591p.

FONSECA, L.; CARVALHO, P.C.F.; MEZZALIRA, J.C. et al. Effect of sward surface height and level of herbage depletion on bite features of cattle grazing *Sorghum bicolor* swards. **Journal of Animal Science**, v.91, n.9, p.4357–4365, 2013.

FRANÇA, L.C. LIMA, J.A.; GIMENES, F.M.A. et al. Desempenho de frangos em diferentes densidades de pastejo: características das forrageiras, perdas por pastejo e consumo de alimento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 939-950, 2014.

HADDAD, C.M.; PLALATZECK, C.O. Pastagens para equinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986, p. 361-387.

HODGSON, J. 1990. Herbage production and utilization. In: Grazing management – science into practice. Neu York: John Wiley & Sons. P. 38-54.

HOFFMAN, R.M. Carbohydrate metabolism and metabolic disorders in horses. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, supl. spe, p. 270-276, 2009.

JØRGENSEN, H.; LARSEN, T.; ZHAO, X.Q.; EGGUM, B.O. The energy value of short-chain fatty acids infused into the ceccum of pigs. **British Journal of Nutrition**. v.77, n.5, p.745-756, 1997.

KERR, B.J.; SHURSON, G.C. Strategies to improve fiber utilization in swine. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.4, n.1, p.1-12, 2013.

LEITE, E. R. Manejo alimentar de caprinos e ovinos em pastejo no nordeste do Brasil. **Ciência Animal**. v. 12, n. 2, p. 119-128, 2002.

LEITE, D.M.G.; SILVA, M.A.D.; MEDEIROS, R.B.D. et al. Efeito de diferentes sistemas de pastejo sobre o desempenho de suínos mantidos em pastagem de trevo-branco (*Trifolium repens* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 792-796, 2006.

LEMO, R.A.A.; NAKAZATO, L.; HERRERO J.R. Fotossensibilização e colangiopatia associada a cristais em caprinos mantidos sob pastagens de *Brachiaria decumbens* no Mato Grosso do Sul. **Ciência Rural**, v.28, n.3, p.507-510, 1998.

MOTT, G.O.; BARNHART, C.E. Utilización de las forrajes por los cerdos. In: HUGHES, H.D.; HEATH, M.E.; METCALFE, D.S. (Eds.) **Forrajes**. México: Editorial Continental, 1966. p.707-715.

PUOLI FILHO, J.N.P.; COSTA, C.; ARRIGONI, M.B. et al. Suplementação mineral e mobilização de cálcio nos ossos de eqüinos em pastagem de *Brachiaria humidicola*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.5, p.873-878, 1999.

QUADROS, G.G.; SILVA SOBRINO, A.G.; RODRIGUES, L.R.A. et al. Verminoses de caprinos e ovinos mantidos em pasto de *Panicum maximum* no período chuvoso. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 4, p. 751-759, 2010.

RAO, I.; PETERS, M.; CASTRO, A. et al. LivestockPlus – The sustainable intensification of forage-based agricultural systems to improve livelihoods and ecosystem services in the tropics. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v. 3, p. 59–82, 2015.

RÉRAT, A.; FISZIEWICZ, M.; GIUSI, A.; VAUGELADE, P. Influence of meal frequency on postprandial variations in the production and absorption of volatile fatty acids in the digestive tract of conscious pigs. **Journal of Animal Science**, v. 64, n. 2, p. 448-456, 1987.

SANTOS, B.; VOLTOLINI, T.V.; SALLA, L. 'Comportamento de Pastoreio Behavior of grazing', **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 11, n. 4, p. 1-33, 2010.

SANTOS, C. E. P. et al. Variedades de *Panicum* como fator predisponente ao desenvolvimento de síndrome cólica em equídeos a campo. In: II Congresso de Medicina Veterinária no Mato Grosso do Sul e suas fronteiras (Campo Grande, MS, Brasil), 2007.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; MAGALHAES, M.A. et al. Estrutura e valor nutritivo do pasto diferido de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk durante o período de pastejo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.1, n.1, p.112-122, 2011.

SANTOS, M.E.R.; CARVALHO, B.H.R.; COSTA, L.K.P. et al. Altura do pasto como critério de manejo do pastejo: aspectos práticos. In: MARTUSCELLO, J.A.; CARVALHO, A.L.S.; ALMEIDA, O.G.; LADEIRA, M.V.; CUNHA, D.N.F.V. (Org.). **Anais do II SIMPASTO** - Atualizações em manejo e produção de pastagem. 1ed.São João del-Rei: UFSJ, 2015, v. 1, p. 59-87.

SANTOS, M.E.R.; MARTUSCELLO, J.A. **10 motivos para adubar sua pastagem**. 1. ed. São João del-Rei: E-book, 2020. 56p.

SANTOS, M.E.R.; SILVA, G.P.; FONSECA, D.M. et al. Uso eficiente do pasto. In: ARDUINO, G.G.C. et al. (Org.). **Gestão e Tecnologia no Agronegócio: desafios na produção de leite**. 1 ed. Jaboticabal: FUNEP, v. 1, p. 99-119, 2017.

SCHONS, S.V.; LOPES, T.V.; MELO, T.L. et al. Intoxicações por plantas em ruminantes e equídeos na região central de Rondônia. **Ciência Rural**. v. 42, n. 7, p.1257-1263, 2012.

SOLLENBERGER, L.E.; WALLAU, M.O. Plant-herbivore interactions. In: MOORE, K.J.; COLLINS, M.; NELSON, C.J.; REDFEARN, D.D.)**Forrages: The science of grassland agriculture**. v.2, West Sussex: Wiley Blackwell, 2020. p.201-2014.

SWARTZMAN, M.S.; HINTZ, H.F.; SCHRYVER, H.F. Inhibition of calcium absorption in ponies fed diets containing oxalic acid. **American Journal of Veterinary Research, Schaumburg**, v.39, n.10, p.1621-1623, 1978.

TOKARNIA, C.H.; BRITO, M.F.; BARBOSA, J.D.; PEIXOTO, P.V.; DÖBEREINER, J. **Plantas tóxicas do Brasil para animais de produção**. 1.ed. Rio de Janeiro: Editora Helianthus. 2012, 586p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press. 1994, 476p.

VINCENZI, M.L. Implantação, tipos de manejo da cobertura vegetal em “Sistema Intensivo de Criação de Suínos ao Ar Livre” In: I SIMPÓSIO SOBRE SISTEMA INTENSIVO DE SUÍNOS CRIADOS AO AR LIVRE – SISCAL, 1996, Concórdia. **Anais...** Concórdia: 1996, p.43-57. (EMBRAPA-CNPISA. Documentos, 40).

WAYMAN, O.; IWANAGA, I.I.; HUGH, W.I. Fetal resorption in swine caused by *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. in the diet. **Journal of Animal Science**, v. 30, n. 4, p. 583-588, 1970.

YEN, J.T.; NIENABER, J.A.; HILL, D.A.; POND, W.G. Potential contribution of absorbed volatile fatty acids to whole-animal energy requirement in conscious swine. **Journal of Animal Science**, v.69, n.5, p.2001-2012, 1991.

ZILIO et al. Cólica por consumo de *Panicum maximum* em equinos no norte de Mato Grosso. In: **Anais VI Encontro Nacional de Diagnóstico Veterinário – ENDIVET**. (Campo Grande-MS, Brasil) Interbio 4(1) – ISSN 1981-3775, p. 98, 2010.

16

Desempenho animal em pastagens tropicais

Antonia Sherlânea Chaves Vêras¹

Dulciene Karla de Andrade Silva²

Talita Almeida de Paula³

Valdson José da Silva¹

Introdução

Já está bem estabelecido que o pasto é a forma menos onerosa de alimentação de ruminantes, como base para produção de carne, leite, lã e outros produtos. Seu uso de maneira eficiente e no âmbito sustentável é de suma importância para mitigação do impacto ambiental e, ao mesmo tempo, provimento de proteína de origem animal para a população mundial (Dubeux Junior. et al., 2017, Cardoso et al., 2020); especialmente quando se considera a projeção da FAO (2016), que sinaliza crescimento populacional de países menos desenvolvidos, até 2050, da ordem de 96,5%.

No Brasil, ao longo dos anos houve um incremento significativo da produtividade animal, uma vez que a área de pastagem reduziu e, concomitantemente, a produção animal aumentou. Foi observado um aumento expressivo da taxa de

1 Universidade Federal Rural de Pernambuco, antonia.veras@ufrpe.br e valdson.silva@ufrpe.br

2 Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, karla.silva@ufape.edu.br

3 University of North Carolina, talitaalmeidap@gmail.com

lotação animal, que passou de 0,44 UA (unidade animal)/ha, em 1950, para 1,06 UA/ha em 2019 (Martha et al., 2012; ABIEC, 2020). Embora significativo, ainda se encontra muito abaixo do potencial das áreas de pastagens, o que abre oportunidade para melhoria da produtividade para atender à demanda do mercado doméstico e internacional, sem necessidade de expansão de novas áreas.

Por outro lado, vários efeitos prejudiciais ao ambiente foram identificados e, nesse sentido, a busca pela eficiência produtiva imprime uso mais racional dos recursos naturais, redução do impacto dos sistemas de produção animal no meio ambiente (Dubeux Junior et al., 2017; Cândido et al., 2018); e a melhoria da qualidade de vida dos agricultores e da sociedade (Lira et al., 2006, Dubeux Junior et al., 2011). Também há que se considerar no contexto da sustentabilidade do sistema produtivo, fatores que atuam positivamente na provisão de serviços ambientais e conservação da biodiversidade (Dubeux Junior et al., 2017; Cândido et al., 2018). Então, acredita-se que devido às condições climáticas favoráveis, a intensificação do sistema produtivo com base em pastagens tropicais poderia contribuir para obtenção de taxas de lotação acima de 2 UA/ha (Strassburg et al., 2014), sendo o potencial de produção inerente também às condições edafoclimáticas predominantes.

As pastagens recobrem aproximadamente 26% da superfície terrestre e 80% das terras agrícolas produtivas (Cardoso et al., 2020) e são consideradas como a formação vegetal de maior expressão e extensão no mundo. Em geral, são formadas por plantas que desenvolveram mecanismos de tolerância e escape ao sobrepastejo e aos predadores; além de terem se adaptado a condições edafoclimáticas adequadas à sua sobrevivência e dispersão. No Brasil, predomina o uso de forrageiras tropicais de origem africana, enquanto gramíneas e leguminosas forrageiras nativas são menos utilizadas, por apresentarem menor capacidade de produção, o que limita o uso em sistemas a pasto, especialmente quando se almeja elevado desempenho animal, além da pouca informação ainda disponível para o adequado uso desses recursos forrageiros.

Assim, neste capítulo serão elencados, discutidos e apresentados alguns aspectos relacionados ao desempenho de espécies ruminantes em pastagens tropicais.

Importância econômica do cultivo de plantas forrageiras para produção animal

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo (~214 milhões de cabeças), com os animais mantidos em aproximadamente 162,5 milhões de hectares de pastagens. O sistema de produção apresenta grande dependência das pastagens, estimando-se que 86% dos animais abatidos sejam criados e terminados com a forragem como sua principal fonte de alimento durante todo o ciclo produtivo (ABIEC, 2020). Além de grande destaque no agronegócio da carne bovina, as pastagens também podem ser consideradas uma importante fonte de alimento na cadeia produtiva do leite bovino, bem como na criação de bubalinos, ovinos, caprinos e equinos, entre outros.

O setor agropecuário é um dos pilares da economia brasileira. De todas as riquezas produzidas no país, aproximadamente 22% vêm do agronegócio, sendo a pecuária responsável por cerca de 32% dos recursos obtidos com a atividade. Adicionalmente, as projeções indicam que o agronegócio deve continuar crescendo nos próximos anos, reforçando sua importância no cenário atual e futuro para a economia brasileira (CNA/CEPEA, 2020).

A utilização de pastagens é, sem dúvida, um dos fatores que contribui para maior competitividade do sistema de produção pecuária no Brasil, já que é o próprio animal quem colhe a forragem produzida, reduzindo os custos com colheita e fornecimento de alimento aos animais.

Principais espécies utilizadas para pastagem no Brasil

A maior parte das áreas de pastagens no Brasil é formada a partir do cultivo de gramíneas forrageiras tropicais, sendo a grande maioria de origem africana, principalmente as dos gêneros *Brachiaria* (syn. *Urochloa*), *Panicum* (syn. *Megathyrus*), *Cynodon* e *Pennisetum*, além de *Cenchrus* no Nordeste do Brasil. Já a participação de leguminosas forrageiras ainda é reduzida, mesmo sendo o Brasil um importante centro de origem destas plantas (Muir et al., 2014; 2019). O interesse nas leguminosas forrageiras vem crescendo, o que pode contribuir para elevar sua participação nos sistemas de produção nos próximos anos.

A seguir, serão apresentadas características gerais das principais forrageiras utilizadas para pastejo no Brasil tropical.

Capins do gênero *Brachiaria*

As gramíneas forrageiras mais utilizadas para formação de pastagens são as do gênero *Brachiaria* (syn. *Urochloa*), que ocupam mais de 80 milhões de ha de pastagens no Brasil (Jank et al., 2014; Pequeno et al., 2015; Silva et al., 2016b; Pedreira et al., 2017a). A boa adaptação às condições climáticas brasileiras e aos solos pobres e ácidos, flexibilidade de manejo e a facilidade de propagação (uso de sementes) são fatores que contribuem para ampla utilização dos capins deste gênero no país.

A *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk foi uma das primeiras introduzidas no país. É uma planta forrageira de origem africana introduzida no cenário nacional na década de 1960 e que contribuiu para grande avanço da pecuária do país. Com o passar do tempo, observou-se alguns casos de intoxicação de animais e elevada susceptibilidade desta forrageira a cigarrinha das pastagens, uma praga com potencial para comprometer significativamente a capacidade de produção de forragem (Braga et al., 2010; Pedreira et al., 2017a).

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, apresenta maior potencial de produção de forragem e tolerância a cigarrinha das pastagens, comparativamente a *B. decumbens*. Recentemente, esta forrageira começou a apresentar um problema conhecido popularmente como “síndrome da morte do capim Marandu” (Pequeno et al., 2015). Além disso, foi observado em algumas áreas o aumento da susceptibilidade do capim Marandu às cigarrinhas das pastagens (Congio et al., 2020).

O número de cultivares de *Brachiaria* continua aumentando, buscando atender a demanda do mercado e preencher lacunas deixadas pelas opções forrageiras disponíveis. Em 2004, foi lançada a *B. brizantha* cv. Xaraés, como alternativa para aumento de produtividade (Pedreira et al., 2017a), seguido de outros cultivares como Piatã, Paiaguás, Mg 12 Graúnas, que vêm ganhando espaço no mercado. Contudo, estima-se que o capim Marandu, sozinho, ocupe mais de 50 milhões de hectares de pastagens no Brasil (Pequeno et al., 2015), continuando a ser considerado como uma das principais opções de plantas forrageira no país.

Outras espécies de *Brachiaria* utilizadas na formação de pastagens são a *B. humidicola* e *Brachiaria ruziziensis*. A *B. humidicola* tem sido recomendada para formação de pastagens em áreas mais úmidas e sujeitas a alagamento temporário (Mattos et al., 2005), sendo os principais cultivares utilizados o ‘Comum’ e o recentemente lançado Tupi. Já a *B. ruziziensis* é bastante utilizada na formação de pastagens em sistemas integrados, especialmente devido a sua sensibilidade ao glifosato (Brighenti et al., 2011). A *B. ruziziensis*, juntamente com a *B. humidicola*,

ocupa áreas de pastagens proporcionalmente menores que os cultivares de *B. brizantha* e a *B. decumbens*.

Além disso, foram lançados híbridos de *Brachiaria*, sendo o cultivar Mulato, seguido pelo Mulato II, os primeiros híbridos de *Brachiaria* comercializados no país (Silva et al., 2016c; Yasuoka et al., 2017). Depois destes, alguns híbridos já foram lançados (e.g. Ipyporã e o Mavuno) e existem vários outros em avaliação para lançamento. Estes materiais apresentam, de maneira geral, maior potencial de produção de forragem e melhor valor nutritivo que as braquiárias tradicionalmente utilizadas.

Vale ressaltar também algumas iniciativas de associação de *B. decumbens* com leguminosas arbóreas, a exemplo de associação com Sabiá e Gliricidia, na Zona da Mata e Agreste de Pernambuco.

Capins do gênero *Panicum*

Os capins do gênero *Panicum* (sin. *Megathyrsus*) formam o segundo grupo de gramíneas de maior importância para a formação de pastagens no Brasil (Mello & Pedreira, 2004; Jank et al., 2014). São forrageiras perenes, geralmente propagadas por sementes, que apresentam, de maneira geral, elevado potencial de produção de forragem e bom valor nutritivo, porém são mais exigentes em fertilidade do solo (Barbosa et al., 2021) que as braquiárias, sendo mais indicadas para sistemas mais intensivos de produção. Devido à sua importância, também existem diversos cultivares lançados no mercado, incluindo os Tobiatã, Tanzânia-1, Mombaça, Massai, Zuri, MG12 Paredão, Myagui, além dos híbridos Quenia e Tamani, Áries, Atlas e variedades de porte baixo, como o capim Aruana.

Os principais cultivares deste gênero possuem crescimento cespitoso, formando touceiras bem definidas, não sendo indicados para situações em que se faz uso da lotação contínua, pois não toleram muito bem este método de pastejo. É importante destacar ainda que o método da lotação contínua é o mais utilizado pelos pecuaristas no Brasil, o que reforça o uso desses materiais em sistemas mais intensivos de produção animal.

Capins do gênero *Cynodon*

Os capins do gênero *Cynodon* são, em sua grande maioria, propagados por parte vegetativa, o que certamente é um fator que limita a expansão de áreas

cultivadas com materiais deste grupo. As principais espécies são o *C. dactylon* L. Pers. e o *C. nlemfuensis* Vanderyst. A maior parte dos cultivares atualmente utilizada no Brasil foi trazida de outros países, especialmente dos Estados Unidos.

Um dos cultivares mais conhecidos dos capins deste gênero é o Tifton 85 (*Cynodon* sp.) (Silva et al., 2015; 2016a), que é um material com elevado potencial de produção de forragem com bom valor nutritivo. Entretanto, existem vários outros cultivares como o Coastcross-1, Jiggs, Tifton 78, Tifton 68, Florakirk. Do grupo das gramas estrelas, a grama estrela roxa, e os cultivares Africana, Florico e Florona são cultivados em algumas áreas. Existem ainda algumas variedades deste gênero que podem ser propagadas por sementes; contudo, os resultados de pesquisa têm indicado menor potencial de produção de forragem e valor nutritivo em relação aos cultivares mais conhecidos do gênero (Silva et al., 2015). Além disso, devido ao tamanho reduzido das sementes, há relatos de dificuldades no estabelecimento (fonte).

Os capins deste gênero são exigentes em fertilidade do solo, sendo mais indicados para sistemas de produção em que há o uso mais intensivo de adubação e reposição de nutrientes.

Capins do gênero *Pennisetum*

Entre os capins do gênero *Pennisetum* destacam-se o Capim-elefante (*P. purpureum* Shum. syn. *Cenchrus purpureus*), o capim quicuío (*P. clandestinum* Hochst.) e o Milheto (*Pennisetum* ssp.). O Capim-elefante é muito conhecido entre produtores pelo seu elevado potencial de produção de forragem com bom valor nutritivo até 60 dias de colheita (fonte), porém devido a sua propagação ser realizada, majoritariamente, com o uso de partes vegetativas, acaba limitando a expansão de áreas com estes materiais.

Existem variedades de Capim-elefante de portes alto e baixo (anão). As variedades de porte alto apresentam, de maneira geral, maior potencial de produção de forragem (e.g. Napier, Capiáçu, Elefante B), enquanto que as de porte baixo (e.g. Mott, Kurumi), embora possam ser menos produtivas, apresentam melhor valor nutritivo (Viana et al., 2015). O uso desses capins para pastejo ocorre, principalmente, em propriedades que fazem uso do manejo intensivo de pastagens, uma vez que são materiais exigentes em fertilidade do solo. Assim como os *Panicuns*, apresentam crescimento cespitoso, o que limita seu uso sob lotação contínua.

O Milheto, embora possa ser propagado por semente, é uma gramínea anual, também utilizada para pastejo em sistemas mais intensivos de produção devido à necessidade de plantio a cada ano. Contudo, o uso do Milheto em sistemas integrados tem aumentado e, com isso, a importância dessa gramínea, notadamente por sua maior resistência à seca.

O Capim-quicuiu é uma forrageira de porte baixo que, embora consiga produzir sementes, a dificuldade de sua coleta acaba inviabilizando a comercialização, o que faz com que este material seja propagado majoritariamente por partes vegetativas e mudas. É uma planta que vegeta bem em temperaturas entre 16 e 21°C, bastante exigente em fertilidade do solo (Fonseca et al., 2010), e é indicada para sistemas intensivos de produção.

Outras gramíneas utilizadas para pastejo

O Capim-andropógon (*Andropogon gayanus* Kunth) é uma gramínea forrageira que foi objeto de grande interesse para uso sob pastejo, inclusive com lançamento de cultivares Planaltina e Baetí. Embora apresente um bom potencial para produção (Oliveira et al., 2013), a grande participação de colmos na massa de forragem foi um fator que acabou contribuindo para reduzir o interesse neste material. Os colmos são pouco consumidos pelos animais (Pedreira et al. 2017b) e acabam permanecendo na área, comprometendo a estrutura do pasto, forçando o produtor a fazer uso de roçadas periódicas. Contudo, ainda é um material de importância para pastejo, especialmente no Cerrado e algumas áreas secas do Nordeste.

O Capim-buffel (*Cenchrus ciliaries* L.) é um capim de grande importância no semiárido brasileiro, especialmente pela sua reconhecida adaptação a condições semiáridas. Tem sido utilizado para pastejo em áreas semiáridas e, frequentemente, para elevar a produção de biomassa do estrato herbáceo da vegetação nativa, contribuindo para aumento da oferta de forragem em áreas semiáridas.

Outros capins também apresentam importância, como os capins do gênero *Paspalum*, Capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.), Capim-Rhodes (*Chloris gayana* Kunth), Capim-pangola (*Digitaria decumbens* Stent.), Capim-setária (*Setaria anceps* Stapf. ex. Masei), Capim-jaraguá [*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf.], Capim-canarana (*Echinochloa pyramidalis* Lam.) que são utilizados para pastejo em algumas áreas, ocupando nichos específicos no cenário brasileiro.

Uso de leguminosas

As leguminosas forrageiras apresentam maior teor de proteína bruta (PB) em comparação às gramíneas, o que desperta grande interesse por esses materiais. Além disso, podem contribuir para fixação de nitrogênio (N) no solo a partir da associação com bactérias fixadoras de N, o que pode melhorar a concentração de PB de gramíneas em consórcio (Muir et al., 2014, 2019).

A inclusão de leguminosas em pastagens geralmente ocorre em áreas já estabelecidas com gramíneas, visando à formação de consórcio, embora também possam ser usadas para formação de pastagens exclusivas; bancos de proteína ou em sistema silvipastoril. Um dos grandes desafios do uso de leguminosas é a persistência em áreas de pastagens (Muir et al., 2014), especialmente quando utilizadas em consórcio com gramíneas forrageiras. Além disso, o estabelecimento lento de algumas leguminosas e a pouca disponibilidade de sementes no mercado, também têm sido considerados como fatores limitantes ao aumento da utilização destas plantas nos sistemas de produção animal no Brasil.

Atualmente, as leguminosas mais difundidas são as do gênero *Stylosanthes* e *Arachis*, que já contam com cultivares lançados no mercado, embora existam várias outras com potencial de uso em pastagens tropicais, tais como Cunhã (*Clitoria ternatea* L.), Mucuna preta [*Mucuna pruriens* (L.) DC.], Kudzu tropical [*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth], entre outras; incluindo leguminosas arbóreas como Leucena [*Leucena leucocephala* (Lam.) de Wit], Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth), Jureminha [*Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung], e Gliricidia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.].

Desempenho de várias espécies animais em pastagens tropicais

O desempenho animal em pastagens tropicais apresenta grande variabilidade, dependendo do nível tecnológico adotado no sistema de produção e das condições edafoclimáticas prevalentes. A melhoria do desempenho pode ser obtida a partir de diferentes ferramentas, como diversificação de espécies e de grupos funcionais de plantas, melhorias de técnicas de alimentação animal e de manejo do pastejo, melhoramento de forrageiras objetivando aumento na eficiência do uso de nutrientes, uso de sistemas agropastoril (integração lavoura pecuária- ILP) e silvipastoril - ILPF (Dubeux Junior et al., 2017), em base sustentável. E, nesse contexto, vale mencionar redução de gases de efeito estufa (metano e óxido nitroso), por meio de sequestro de carbono; suplementação x altura do pasto (Koscheck et al., 2020); suplementação

nitrogenada (Neves et al., 2018); adubação nitrogenada (Delevatti et al., 2019; Nascimento et al., 2020); consórcio ou intercalação gramínea-leguminosa (Dubeux et al. 2016; Andrade et al. 2016) e – ILPF (Costa et al., 2016; Silva et al., 2020).

Sistemas com baixa intensidade de pastejo resultam em maior seleção e ingestão de forragem e, conseqüentemente, maior ganho em peso individual, porém promovem menores ganhos por área (Mott, 1960). Então, a suplementação animal é indicada como uma importante estratégia na intensificação sustentável da pecuária, uma vez que pode aumentar os ganhos em peso por animal e por área, reduzir o desmatamento para formação de pastagens, e diminuir a concorrência por alimentos entre animais e humanos (Cardoso et al., 2020); além de contribuir para a melhoria da eficiência reprodutiva dos rebanhos.

A utilização de suplementos alimentares, notadamente quanto aos compostos nitrogenados, pode promover melhor desempenho animal, em consequência principalmente de promover maior digestibilidade da dieta e maior eficiência na síntese de proteína microbiana, quando fontes de proteína com elevada degradação no rúmen são disponibilizadas.

Desempenho de bovinos de corte em pastagens tropicais

O Brasil é um país continental e, devido às condições climáticas predominantes, a produção de carne bovina em pastagem é um dos potenciais e marketing da pecuária brasileira. A produção de carne está ligada à dinâmica entre oferta e eficiência do uso da forragem, o que faz com que desempenho animal seja acentuadamente maior no período chuvoso, comprometendo os índices zootécnicos em função do alongamento do ciclo produtivo, quando da seca.

Cria

Em função da curva de crescimento de bovinos, a fase de cria não pode ser negligenciada, uma vez que o animal após o nascimento possui velocidade de crescimento elevada e, portanto, esse potencial deve ser explorado; até porque o peso ao desmame pode promover efeitos positivos em relação ao ganho em peso. Nesse contexto, a suplementação de bezerros via creep feeding e/ou creep grazing é utilizada para produção de novilhos precoces e superprecoces, ou para fêmeas atingirem maturidade sexual entre 12 e 15 meses. E a desmama precoce de bezerros

é uma alternativa objetivando a melhoria da eficiência reprodutiva da matriz, bem como do desempenho de bezerras, se atenção for dada a essa categoria animal.

Assim, devido ao aumento das exigências nutricionais de matrizes, notadamente de primíparas, para crescimento, aliado ao estresse das primeiras gestação e lactação, suplementação energético-proteica é frequentemente necessária para melhorar o desempenho em condições de pastejo (Paulino et al., 2008; Moura et al., 2020). E, sob o ponto de vista econômico, estratégias como redução da frequência de suplementação podem ser atraentes devido à redução dos custos com alimentação e mão-de-obra. Moura et al. (2020) concluíram que o fornecimento de suplemento a cada três dias nos períodos pré e pós-parto de primíparas não influencia seu desempenho. Portanto, é possível o fornecimento de suplementos com menor frequência ao longo da semana.

Vaz et al. (2016) avaliaram o desempenho de 96 vacas prenhas Charolês (C), Nelore (N) e cruzadas (CxN), mantidas exclusivamente em pastagens naturais (PN) durante todo o período experimental; mantidas em pastagens cultivadas (PCU) mais PN (PCUPN); ou apenas em PN. Os autores concluíram que o uso de PCU nos períodos pré e pós-parto proporcionou retorno mais rápido ao cio, menores intervalos de partos e melhor desenvolvimento das crias.

Recria

Uma vez que a maioria da recria de bovinos no Brasil ocorre na estação seca do ano, tem-se utilizado a técnica de sequestro de bezerras, que consiste em confinar o bezerro desmamado, ou alojá-lo em uma área de pastagem de melhor qualidade, com previsão de retorno ao pasto quando da melhor oferta e qualidade, a fim de não comprometer seu potencial produtivo na terminação.

Nesse sentido, Pellegrini et al. (2006) avaliaram o desempenho de 32 bezerras das raças Charolês (CH), Nelore (NE), 5/8 CHNE e 5/8 NECH, desmamados em média com 35 dias de idade, confinados e, a partir de 120 dias de idade, alojados em pastagem de capim elefante durante 84 dias, com suplementação de 0,3; 0,7; 1,1 e 1,5% do peso corporal (PC). O ganho em peso total dos animais não diferiu entre os tratamentos. E, portanto, é possível inferir que níveis menores de suplementação podem favorecer o ganho em peso de bezerras.

Essa técnica também tem promovido resposta adequada em sistema de ILP no período seco, em que, após colheita dos grãos, os animais pastejam e são suplementados com proteína ou suplemento energético, no período chuvoso (Silveira et al., 2016).

Resultados promissores também são obtidos com sistema de ILPF, utilizando-se leguminosas arbóreas. Costa et al. (2016) avaliaram animais jovens em monocultura de *B. decumbens*, em sistema silvipastoril (SSP) com sabiá, ou em SSP com gliricídia, e observaram ganhos médios de 0,300 kg/UA/dia na estação seca e de 1,1 kg/UA/dia na época chuvosa. Os autores mencionaram que esses ganhos foram expressivos e atribuíram à contribuição proteica das leguminosas. Contudo, observaram visualmente baixa ingestão de sabiá devido à maior presença de taninos condensados.

Andrade et al. (2016) compararam o desempenho e a produção de metano por novilhos Charolês em pastagem de capim elefante anão – CEA (*P. purpureum* cv. BRS Kurumi), ou em pastagem de CEA com acesso a uma área de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Amarillo), durante 5 h/dia. Os animais que pastejaram amendoim apresentaram maiores consumo (7,8 kg/dia) e ganho em peso médio diário (0,97 kg). Já as emissões diárias de metano foram maiores pelos animais com acesso à leguminosa, mas, por unidade de ingestão, não diferiram entre os tratamentos. Embora taninos sejam reconhecidos como compostos com capacidade de reduzir a produção de metano, esse efeito não é generalizado devido sua bioatividade ser variável, além de outros fatores.

O efeito de três ofertas de forragem (5; 10 e 15 kg de matéria seca/100 kg PC) de novilhas Nelore, com PC de $301,16 \pm 9,12$ kg, em pastagem de capim-Marandu e suplementação proteico energética, foi avaliado por Dias et al. (2016). Os ganhos médios diários e as taxas de lotação foram 0,42; 0,75 e 0,63 kg/dia e 3,35; 1,87 e 1,26 UA/ha, respectivamente. A margem de lucratividade foi, respectivamente, de 10,37; 23,65 e 14,43 %, para as ofertas com 5; 10 e 15 kg de MS/100 kg PC. A oferta de forragem de 5 kg de MS/100 kg PC promoveu aumento da taxa de lotação e maior ganho em peso por hectare; enquanto a oferta de 10 kg MS/100 kg PC proporcionou maior desempenho individual e melhor viabilidade econômica. Esses resultados levam à reflexão sobre o que se almeja em relação ao desempenho produtivo de novilhas em condições de pastejo.

Objetivando avaliar consumo, digestibilidade e desempenho de tourinhos Girolando, submetidos a dois planos nutricionais (PN) em pastagem de capim-Marandu, Rocha et al. (2019) não observaram diferenças estatísticas entre os PN quanto à ingestão de forragem, desempenho animal e conversão alimentar. Tais resultados permitiram concluir que níveis mais baixos de suplementação poderiam ser adotados, a fim de reduzir os custos com alimentação, sem impacto sobre o desempenho animal.

Na Tabela 1 são apresentados os consumos de matéria seca e ganhos médios diários de animais criados em pastagens cultivadas, suplementados ou

não. O desempenho dos animais em crescimento é variável de acordo com o peso dos animais e o tipo de suplemento ofertado. Vale ressaltar que características da forragem e seu manejo, bem como a época do ano em que a suplementação é utilizada também influenciam a resposta animal.

Koscheck et al (2020) avaliaram o desempenho e características de carcaça de tourinhos Nelore com PC médio inicial de 230 ± 17 kg, em pastagem de capim-Marandu, durante a estação chuvosa, distribuídos em combinações de suplementação (baixa: 0,1%; média: 0,3%; e alta: 0,6% do PC; ou sem suplementação) e altura do pasto (baixa: 15 cm; média: 25 cm; e alta: 35 cm). Foi observado que baixa altura do pasto com suplementação nos níveis de 0,3 e 0,6% do PC não diminuiu o desempenho individual e houve aumento no ganho em peso e ganho de carcaça por área, além de ter promovido redução na emissão de metano, por kg de carcaça produzida.

Outra alternativa é o ganho compensatório, que consiste em taxas de crescimento acima do normal, em animais que sofreram restrição alimentar, com posterior retorno de alimentação adequada. Esse fenômeno é decorrente, principalmente, da redução do tamanho dos órgãos metabolicamente ativos ligados à função digestiva e das exigências energéticas para manutenção dos animais (Sainz et al., 1995). Pode ocorrer naturalmente, como no caso da região Nordeste, em que a oferta e qualidade do pasto são baixas, especialmente na estação seca do ano; ou ser utilizado como estratégia para obtenção de ganhos em peso mais expressivos na terminação. Contudo, vários fatores podem influenciar a resposta animal, tais como: idade do animal, severidade e duração da restrição alimentar; sendo recomendada na recria.

Tabela 1. Desempenho de machos alimentados com diferentes forragens tropicais

Genética	Peso Inicial (kg)	CMS (kg MS/dia)		GMD (g/dia)		Tipo de Suplementação		Espécie forrageira	Autores
		NSP	SUP	NSP	SUP	NSP	SUP		
Nelore	250	5,5 ¹	7,0	470	550	Energético e proteico		<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	Rocha et al. (2016)
Nelore	336 ± 5,7	9,5	9,5	220	450	Energético e proteico		<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Barbero et al. (2017)
Senepol-Caracu	192 ± 5	-	-	250	615	Proteico ou Proteico e energético		<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	Araújo et al. (2017)
½ Holandês – Zebu	232,5 ± 24,97	-	5,6	-	405	Proteico		<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Neves et al. (2018)
Girolando	209,1 ± 8,2	-	7,2	-	700	Mineral, energético e proteico		<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Rocha et al. (2019)
½ Angus × ½ Nelore	217,2 ± 4	4,47	5,45	-7	495	Energético e proteico		<i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés	Barbizan et al. (2020)
½ Pardo suiço × ¼ Angus × ¼ Nelore	200,1 ± 2,5	9,41 ¹	9,42	740	935	Energético e proteico		<i>Panicum maximum</i> cv. colônião	Ramalho et al. (2020)

¹Suplementação mineral; CMS: consumo de matéria seca; GMD: ganho médio diário; MS: matéria seca; NSP: não suplementados; SUP: suplementados.

Terminação

Em relação à engorda, fase em que são esperados peso de abate e acabamento adequados, uma vez que o animal já se encontra mais próximo à maturidade e, portanto, com menores velocidades de crescimento, potencial de ganho em peso e eficiência alimentar, a terminação intensiva a pasto (TIP), pode promover melhores respostas de desempenho animal. Nesse sistema, o animal permanece no pasto, o qual passa a ser a fonte de volumoso, e o concentrado é fornecido no próprio pasto. Assim, o custo operacional é reduzido, haja vista que não há necessidade de investimentos elevados com instalações, como ocorre em confinamento.

Santos et al. (2004), avaliando a terminação de machos inteiros F1 Limousin x Nelore, com peso médio de 367,7 kg, em pastagem diferida de *B. decumbens*, recebendo mistura mineral, ou quatro suplementos com média de 24% de PB, fornecidos no nível de 1% do PC, observaram ganhos médios semelhantes entre os animais suplementados (915 g/dia), totalizando 102,5 kg durante 112 dias, em relação aos que receberam apenas mistura mineral, que foram, em média, 104 g/dia ou 11,6 kg durante o mesmo período e na estação seca.

Objetivando avaliar o acúmulo de forragem e desempenho de bovinos Nelore com PC inicial de 330 kg, em monocultura de *B. brizantha* e dois sistemas alternativos, lavoura-pecuária (soja e capim Marandu) e silvipastoril (eucalipto e capim Marandu), suplementados com 2 g/kg PC, na quantidade de 300 g/kg de PB na seca, ou 200g/kg de PB nas águas, no bioma Amazônia, Silva et al. (2020) observaram que não houve diferença no ganho médio diário, mas foi superior na estação chuvosa (0,730 x 0,605kg); bem como os ganhos por unidade de área (530 x 260 kg), independentemente do sistema.

Em 2015, pesquisadores da EMBRAPA Gado de Corte (Alves et al., 2015) desenvolveram a marca-conceito “Carne Carbono Neutro” (CCN), que visa atestar a carne bovina que apresenta seus volumes de emissão de gases de efeito estufa (GEE) neutralizados durante o processo de produção, pela presença de árvores em sistemas silvipastoril ou agrossilvipastoril, por meio de processos produtivos parametrizados e auditados (Alves et al., 2015; Zanasi et al., 2020). Assim, é importante que trabalhos que utilizem essas tecnologias também avaliem variáveis relacionadas à mitigação de efeitos prejudiciais ao ambiente, assim como o bem estar animal, sob a ótica da sustentabilidade do sistema produtivo como um todo.

Também é importante mencionar que a suplementação é uma estratégia interessante para a melhoria da produtividade da pecuária de corte, mas a busca pela viabilidade econômica do sistema impõe o uso de subprodutos ou coprodutos, com vistas à redução dos custos de produção da atividade.

Desempenho de Bovinos de leite em pastagens tropicais

Novilhas leiteiras

O período de recria de fêmeas leiteiras é muitas vezes negligenciado por ser associado ao momento em que não há retorno financeiro ao produtor, devido a esses animais ainda não estarem em lactação. Contudo, falhas nesse momento podem acarretar perdas financeiras em todo sistema de criação, uma vez que essa fase é fundamental para determinar o desenvolvimento da glândula mamária e a idade inicial de produção da vaca; conseqüentemente, o início do período de lucros da criação, com a produção de leite. No contexto de economicidade do sistema, animais nessa fase são geralmente criados em pastagens.

Contudo, a criação de novilhas em sistemas de pastagens tropicais é associada a baixos ganhos médios diários e, conseqüentemente, elevada idade dos animais no primeiro parto, acarretando menor eficiência zootécnica do sistema de produção. Os cruzamentos de Holandês com raças adaptadas às condições climáticas adversas têm sido realizados com o intuito de tornar os animais mais resistentes ao calor e à ocorrência de parasitas. De acordo com Peres et al. (2015), uma limitação frequente na criação de bovinos leiteiros em pastagens tropicais é a baixa disponibilidade de minerais, havendo necessidade de suplementação animal com mistura mineral.

Além disso, a suplementação nutricional com utilização de concentrados é uma forma de intensificar a produção animal; embora, fatores como o efeito de substituir pasto por concentrados possa tornar o sistema menos sustentável, uma vez que os animais podem reduzir o consumo de forragem em decorrência do consumo mais elevado de concentrados. Os efeitos substitutivos do pasto por concentrados podem variar de acordo com a oferta e digestibilidade de forragem e temperatura ambiental, sendo esta última responsável por alterar o comportamento de pastejo do animal; logo, o consumo de forragem.

Ademais, climas mais quentes, características intrínsecas de regiões tropicais, acabam prejudicando as taxas de concepção das fêmeas. O emprego de tecnologias reprodutivas em períodos mais quentes, como aplicações de tratamentos hormonais e/ou transferências de embriões, pode amenizar os efeitos de infertilidades sazonais.

Conforme pode ser observado na Tabela 2, o ganho em peso de novilhas é bastante variável de acordo com a genética e peso do animal e do tipo de suplementação utilizado. O emprego de suplemento nessa fase deve ser efetuado com o intuito de reduzir a idade ao primeiro parto das fêmeas, sem promover efeito substitutivo ao pasto, para não tornar o sistema demasiadamente oneroso.

Tabela 2. Desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com diferentes forragens tropicais

Genética	Peso Inicial (Kg)	CMS (kg MS/ dia)		GMD (g/dia)		Tipo de Suplementação	Espécie forrageira	Autores
		NSP	SUP	NSP	SUP			
Gir	161	3 ¹	-	71	-	-	<i>Brachiaria decumbens</i>	Mendonça et al. (2010)
Holandês x Zebu	300	7,3 ¹	-	785	-	-	<i>Brachiaria decumbens</i>	Teixeira et al. (2014)
Holandês	218,76 ± 47,6	6,3 ¹	6,5	308	458	Energetico ou proteico	<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	Machado et al. (2019)
¼ Holandês x Gir	350 ± 8,0	7,36	8,0	390	690	Proteico	<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	Machado et al. (2020)
5/8 Holandês x ¼ Gir	135,3	3,4 ¹	3,4	301,1	357,1	Proteico	<i>Brachiaria brizanthacv.</i> Marandu	Alcoforado et al. (2020)

¹Suplementação mineral; CMS: consumo de matéria seca; GMD: ganho médio diário; MS: matéria seca; NSP: não suplementadas; SUP: suplementadas.

De acordo com Paciullo et al. (2011), a criação de novilhas em sistemas silvipastoris pode aliar benefícios ao meio ambiente, como o sequestro de carbono atmosférico, maior fertilidade e conservação do solo; além de contribuir para obtenção de maiores ganhos em peso, redução dos custos com alimentação, melhoria das condições de conforto térmico e, conseqüentemente, o desempenho animal. As melhorias das condições ambientais podem favorecer a criação de animais com grau de sangue Europeu e cruzados Europeu × Zebu com maior potencial para produção leite.

Vacas leiteiras

A maior produção de leite em pastagens ocorre em períodos chuvosos, embora seja desejável oferta regular durante todo ano. Assim, técnicas de manejo em pastagens tropicais no Brasil têm sido implementadas com o intuito de suprir as necessidades nutricionais de vacas leiteiras.

Nesse contexto, forrageiras como os capins tanzânia e elefante recebem destaque no cenário tropical da atividade leiteira, devido ao seu valor nutritivo e produtividade. Ademais, com a intensificação das pastagens, bons índices produtivos podem ser alcançados, devendo ser considerada a realidade de cada ecossistema.

Embora o foco principal da produção de leite seja baseado no incremento da produtividade, nos últimos anos outros fatores têm recebido destaque, a exemplo da produção sustentável, eficiência na produção e redução da emissão de gases que causam efeito estufa, em decorrência da fermentação entérica. Sendo assim, as questões da produção de leite não são voltadas apenas para quanto de leite foi produzido, mas também, como esse leite foi produzido.

Nesse sentido, a pecuária leiteira em sistemas pastoris tem como vantagens fatores que, quando as pastagens são bem manejadas, podem ser associadas à redução de degradação do solo, do uso de alimentos destinados ao consumo humano e de ocorrência de desordens metabólicas nos animais.

De acordo com Hernández-Castellano et al. (2019), algumas soluções que vêm sendo propostas com o intuito de mitigar a emissão dos gases oriundos da produção leiteira, seria a redução na intensidade de pastejo e do rebanho. De acordo com Berchielli et al. (2012), gramíneas tropicais com metabolismo C_4 , embora proporcionem maior substrato para formação entérica de metano, devido à maior proporção de fibra que plantas de clima temperado, proporcionam menor digestibilidade e, conseqüentemente, menor velocidade de fermentação que plantas

com metabolismo C_3 , logo, fornecem menos substrato para os microrganismos metanogênicos. Entretanto, devido às perdas de energia promovidas pela fermentação entérica, além da preocupação ambiental, estratégias têm sido buscadas.

Uma solução mais simples e com efeito marcante, seria elevar o conteúdo de gordura na dieta, ou o uso de suplementos dietéticos. Em teoria, a elevação de 1% de gordura na dieta das vacas poderia reduzir entre 4 a 5% de emissão de CH_4 desses animais, devido ao efeito da gordura sobre microrganismos metanogênicos ruminais (Hernández-Castellano et al., 2019). Além disso, elevar a produtividade animal, utilizar suplementos com monensina ou ácidos orgânicos, entre outras estratégias, vêm sendo avaliados nos últimos anos como efeitos diluidores da produção de gases de efeito estufa da produção de ruminantes. Em contrapartida, pastagens bem manejadas são responsáveis pelo sequestro de carbono.

Na Tabela 3 é apresentado o desempenho de vacas leiteiras em pastagens tropicais, com ou sem suplementação.

Tabela 3. Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com diferentes forragens tropicais

Genética	Peso Inicial	CMS		PL		Tipo de Suplemento	Espécies Forrageiras	Autor
		NSP	SUP	NSP	SUP			
Holandês x Jersey	451 ± 71	-	22	-	19,2	Proteico	<i>Pennisetum purpureum</i> cv. Cameroon e Napier	Danes et al. (2013)
Holandês x Gir	500 ± 10	-	12,7	-	18,7	Energético e monensina	<i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Tanzania	Kozerski et al. (2017)
Holandês x Zebu	505 ± 44	9,6 ¹	12,4	6,4	7,3	Energético, proteico ou múltiplo	<i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Tanzania	Silva et al. (2017)
Girolando	521	10,9 ¹	10,3	10,1	13,3	Proteico	<i>Cynodon</i> spp. cv. Tifton 85	Teixeira et al. (2019)
Holandês	550	-	-	-	14,1	Proteico	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Demski et al. (2019)
Holandês	475 ± 20	-	-	14,4 ± 1,79	-	-	<i>Panicum maximum</i> Tanzânia	Farinattiet al. (2020)
Holandês x Zebu	544 ± 120	-	13,3	-	8,1	Energético	<i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Tanzania	Zanette et al. (2020)
Holandês x Zebu	544 ± 120	-	13,7	-	8,4	Proteico	<i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Tanzania	Zanette et al. (2020)

¹Suplementação mineral; CMS: consumo de matéria seca; PL: produção de leite; MS: matéria seca; NSP: não suplementadas; SUP: suplementadas.

Desempenho de pequenos ruminantes em pastagens tropicais

Em todo o mundo, grande parte da produção de pequenos ruminantes domésticos está localizada em regiões tropicais e subtropicais, em países como Brasil, Austrália, Nova Zelândia, Uruguai e África do Sul (Poli et al., 2020). Embora o manejo nutricional adotado para produção de caprinos e ovinos varie em função das características ambientais de cada região, onde a atividade é desenvolvida, as pastagens naturais e/ou cultivadas são a base alimentar desses rebanhos. No Brasil, a cadeia produtiva da caprino-ovinocultura tem importante impacto social e econômico e, apesar de os animais estarem distribuídos em todo o território nacional, o Nordeste concentra 93% e 63% dos efetivos caprino e ovino, respectivamente (IBGE, 2019).

Apesar da crescente demanda por proteína animal no mercado, a dicotomia da cadeia produtiva de caprinos e ovinos é uma realidade. A produção e comercialização da carne, por exemplo, possuem caráter tradicional e regionalizado em grande parte do país, com produtos menos elaborados e de baixo valor agregado (Quadros et al., 2017), sem padronização de qualidade e oferta; enquanto que, por outro lado, torna-se cada vez maior a demanda por cortes especiais para consumo “gourmet”, geralmente para atender consumidores mais exigentes em grandes centros urbanos.

Atender à crescente demanda por proteína de origem animal oriunda de pequenos ruminantes é um desafio para produtores, técnicos e pesquisadores, pois grande parte da produção ocorre em sistemas extensivos, onde a vegetação natural é base alimentar desses rebanhos, gerando flutuações na quantidade e qualidade dos produtos. Nessas condições, as plantas nativas chegam a compor 90% da dieta selecionada pelos animais (Cavalcanti, 2014; Santos et al., 2010), mas em decorrência da sazonalidade e irregularidade das chuvas na região, e de manejo inadequado, principalmente para conservação de forragens, os animais experimentam períodos de baixa oferta e valor nutritivo das forragens ao longo do ano (Santos et al., 2017), refletindo em baixos índices produtivos.

Para tornar a produção de pequenos ruminantes competitiva é necessário usar eficientemente os recursos alimentares e as ferramentas de manejo adequados, levando em consideração os indicadores de sustentabilidade que computam as inter-relações entre o animal, o solo, e a planta. Assim, conhecer as exigências nutricionais e comportamento alimentar dos animais, as características de adaptação das plantas ao ambiente, valor nutritivo e custos de produção e/ou aquisição contribuem para o aumento do cardápio forrageiro e das possibilidades de desenvolvimento da atividade.

Como alternativa ao uso das pastagens naturais, as pastagens cultivadas formadas por gramíneas das espécies dos gêneros *Cenchrus*, *Cynodon*, *Andropogon*,

Panicum e *Brachiaria* têm maior potencial de produção e são as mais utilizadas no Brasil, podendo suportar cerca de 25 ovelhas ou cabras/ha, quando manejadas intensivamente (Araújo et al., 2008). Além disso, diminuem o impacto provocado pelos animais aos ecossistemas e podem aumentar o ganho por animal e por área, resultando em melhor eficiência no uso de energia e de N, e diminuir a produção de poluentes ambientais como metano e óxido nitroso (Alves, 2017).

Em pastagens tropicais, os efeitos oriundos da associação entre a oferta de forragem, estrutura do dossel, valor nutritivo e comportamento ingestivo têm sido pouco avaliados em pequenos ruminantes. Particularmente para caprinos, que têm preferência por espécies arbóreas e arbustivas, há de se conhecer melhor seu comportamento e consumo em pastagens cultivadas. Silva et al. (2009), avaliando a preferência de caprinos em pastejo por *Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana ou *Hemarthria altíssima* cv. Flórida, concluíram que a estrutura do dossel foi o fator mais importante e que os animais priorizaram a altura do pasto em detrimento à espécie forrageira, destacando a importância do manejo da altura para caprinos em pastagens.

Araújo et al. (2015), avaliando o comportamento ingestivo de caprinos sob três diferentes ofertas de forragem de capim-Andropógon (11; 15 e 19% PC) relataram interação entre a altura do pasto, a época do ano e a taxa de oferta de forragem e que esse efeito descreve o comportamento seletivo do animal em pastejo, consumindo inicialmente as folhas do estrato superior. Os autores comentaram ainda que não houve diferenças na média de ganho em peso diário, que foi de 33g por animal, e que este fato pode ter ocorrido devido à presença de grande quantidade de material morto e também pela infestação por nematoides, constatada por meio do método Famacha, causando frequentes diarreias nos animais de todos os tratamentos.

O desempenho de ovinos Santa Inês em pastagens de capins Aruana, Andropógon e Tanzânia, recebendo sal mineral proteinado, foi avaliado por Menezes et al. (2010). Os cultivares Aruana e Tanzania promoveram melhor desempenho animal e o autor os recomendou como alternativa de substituição aos capins tradicionalmente utilizados na ovinocultura da região Centro-oeste (Tabela 4).

Tabela 4. Médias e desvio-padrão do ganho médio diário (GMD), ganho acumulado (GAC) e escore de condição corporal (CC) de ovinos Santa Inês

Variáveis	Capins		EP	
	Aruana	Andropogon	Tanzania	
GMD (g/dia)*	92,0 ^a ± 12,94	93,6 ^b ± 49,69	92,0 ^a ± 12,94	10,16
Ganho acumulado (kg)	7,5 ^b ± 1,05	7,6 ^b ± 4,21	7,5 ^b ± 1,06	0,85
CC ¹	1,9 ^b ± 0,30	1,9 ^b ± 0,44	1,9 ^b ± 0,04	0,04

Adaptado de Menezes (2006). ^a e ^b médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, apresentaram diferenças significativas (P < 0,05); EP = Erro-Padrão. ¹CC = 1 (muito magro) a 5 (obeso).

Por outro lado, a utilização de pastagens cultivadas nos sistemas intensivos de produção de caprinos e ovinos tem chamado a atenção para um significativo aumento na frequência das helmintoses gastrintestinais, devido às elevadas taxas de lotação e sombreamento dos perfilhos (Araújo et al., 2015; Carvalho et al., 2017; Moura et al., 2019). Assim, tecnologias como a suplementação proteico energética podem melhorar a capacidade de resposta para ganho em peso (Carvalho et al., 2017; Souto, 2015), produção de leite e diminuir os efeitos causados pelos nematoides.

Souto (2015) avaliou a suplementação concentrada com farelo de algaroba nos níveis de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% PC para caprinos mestiços Boer, recriados em pastagem diferida de capim *Urochloa*, sobre o ganho em peso e concluiu que o maior nível de inclusão proporcionou melhor retorno econômico, com redução de 30 dias no período de pastejo para os animais alcançarem o peso de abate com ganhos de 176 g/dia, além de melhor resultado para síntese microbiana. Nesse contexto, o uso de alimentos alternativos na alimentação animal depende do conhecimento sobre sua composição química, fatores limitantes, custo e disponibilidade durante o ano.

A utilização de sistemas silvipastoris também é uma opção para melhorar o desempenho dos animais, minimizar os efeitos de vermes intestinais e agregar valor aos produtos por levar em consideração fatores ambientais. Para isso, é necessário entender as características estruturais das espécies lenhosas e herbáceas que serão associadas no sistema, e que podem influenciar o comportamento de pastejo dos animais.

Carvalho et al. (2017) avaliaram o efeito da suplementação energética com milho grão moído sobre o desempenho e o comportamento de caprinos da raça Anglonubiana em sistema silvipastoril formado por leucena e gramíneas tropicais (capim-Tifton 85, capim-andropogon e capim-colonião). Os autores concluíram que os animais suplementados ao nível de 1,3 % PC tiveram melhor desempenho

por animal e por área, embora não tenham detectado melhora na infestação por nematoides (Tabela 5).

Tabela 5. Médias de ganho por animal/dia e por área de caprinos Anglonubiano suplementados em sistemas silvipastoril

Parâmetros	Nível de suplementação (% PV)				R ²	SEM
	0,0	0,5	0,9	1,3		
GMD (g/dia)*	17,87	37,26	32,26	67,26	0,78	5,72
Ganho /área (kg/ha)	43,89	93,47	80,93	168,72	0,79	14,4
OPG*	910	1077	900	1120		0,07**

Adaptado de Carvalho et al. (2017). *Ovos por grama ** Log¹⁰

Costa et al. (2015) também avaliaram a massa de forragem e o comportamento ingestivo de caprinos em sistema silvipastoril formado por leucena e estrato herbáceo de gramíneas forrageiras, contendo capim-andropógon, capim-colonião, capim tifton 85, e capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc), mas não encontraram diferenças para o comportamento ingestivo entre as espécies forrageiras, onde o consumo médio de matéria seca foi de 4,3 ±0,2g MS/100 kg de PC.

Perspectivas

A provisão de proteína de origem animal com vistas ao atendimento da grande demanda populacional mundial estimada para as próximas décadas impulsiona o uso de tecnologias onde prevaleçam, além da produção animal propriamente dita, a forma de como os produtos foram obtidos, respeitando-se o bem estar animal; o uso racional dos recursos naturais; redução do impacto dos sistemas no ambiente; melhoria da qualidade de vida dos agricultores e da sociedade; além de serviços ambientais; e gera grandes expectativas da criação de ruminantes em pastagens, uma vez que essa é a forma mais natural de produção animal.

Assim, o uso diversificado de novos cultivares forrageiros; o emprego de tecnologias e estratégias já conhecidas, mas ainda não extensivamente usadas, a exemplo de manejos adequados dos animais, do solo, da pastagem e do pastejo; adubação nitrogenada; consorciação ou intercalação gramíneas-leguminosas; diferimento de pastagens; recuperação de áreas degradadas de pastagens; rotação de pastagens; implementação de sistemas integrados; e uso de suplementação animal, especialmente utilizando-se coprodutos ou subprodutos agroindustriais; como

também estratégias que possam direcionar a decisão de quais níveis, épocas e tipos, bem como frequência do fornecimento de suplementos; devem ser implementados em busca do equilíbrio da relação custo/benefício na adoção de cada tecnologia, para cada sistema de produção animal sustentável em pastagens tropicais cultivadas.

Referências bibliográficas

ABIEC. Brazilian Beef Exporters Association. 2020. Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil. São Paulo.

ALCOFORADO, C.A.A.T.; LIRA, A.B.; SOUZA, C.G. et al. 2020. Mineral supplementation of dairy heifers in Marandugrass pasture in spring and summer seasons. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. 21:1–14. doi:10.1590/S1519-9940210432020.

ALVES, F.V.; ALMEIDA, R. G. DE; LAURA, V. A. 2015. Carne carbono neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos; Documentos 210, June, EMBRAPA, Brasília, DF.

ALVES, M. 2017. **Dinâmica dos gases de efeito estufa em sistemas solo-planta em sistemas de integração**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga, SP: USP/FZEA. 2017. 94p.

ANDRADE, C.M.S.; J.F. VALENTIM. 2007. **Síndrome da morte do capim-brizantão no Acre: características, causas e soluções tecnológicas**. Rio Branco, AC.

ANDRADE, E.A., ALMEIDA, E.X.; RAUPP, G.T. et al. 2016. Short communication: Herbage intake, methane emissions and animal performance of steers grazing dwarf elephant grass v. dwarf elephant grass and peanut pastures. **Animal**. 10:1684–1688. doi: 10.1017/S1751731116000628.

ARAÚJO, D.L.C., OLIVEIRA, M.E.; ALVES, A.A. et al. 2008. Terminação de ovinos da raça Santa Inês em pastejo rotacionado dos capins Tifton-85, Tanzânia e Marandu, com suplementação. **Revista Científica de Produção Animal**. 10:150-161.

ARAÚJO, D.L.C.; OLIVEIRA, M.E. de.; LOPES, J.B. et al. 2015. Desempenho e comportamento de caprinos em pastagem de capim-Andropógon sob diferentes ofertas de forragem. **Semina: Ciências Agrárias**. 36:2301–2316. doi:10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p2301.

ARAÚJO, I.M.M.; DIFANTE, G.D.S.; EUCLIDES, V.P.B. et al. 2017. Animal Performance with and without Supplements in Mombaça Guinea Grass Pastures during Dry Season. **Journal Agriculture Science**. 9:145. doi:10.5539/jas.v9n7p145.

- BARBERO, R.P.; MALHEIROS, E.B.; NAVE, R.L.G. et al. 2017. Influence of post-weaning management system during the finishing phase on grasslands or feedlot on aiming to improvement of the beef cattle production. **Agricultural Systems**. 153: 23–31. doi:10.1016/j.agsy.2017.01.015.
- BARBIZAN, M.; VALENTE, E.E.L.; DAMASCENO, M.L. et al. 2020. Balanced protein/energy supplementation plan for beef cattle on tropical pasture. **Livestock Science**. 241:104211. doi: 10.1016/j.livsci.2020.104211.
- BARBOSA, P.L.; SILVA, V.J., PEDREIRA, C.G.S. et al. 2021. Herbage Accumulation and tillering dynamics of 'Zuri' guineagrass under rotational stocking. **Crop Science**. 61: 3787– 3798. doi: 10.1002/csc2.20536
- BERCHIELLI, T. T.; MESSANA, J. D.; CANESIN, R. C 2012. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. **Revista de Saúde e Produção Animal**. 13 (4): 954-968, doi: 10.1590/S1519- 99402012000400010.
- BRAGA, G.J.; PORTELA, J.N.; PEDREIRA, C.J.S. et al. 2010. Herbage yield in Signalgrass pastures as affected by grazing management. **South African Journal of Animal Science**. 39: 130–132. doi: 10.4314/sajas.v39i1.61168.
- BRIGHENTI, A.M.; SOUZA SOBRINHO, F.; ROCHA, W.S.D. et al. 2011. Suscetibilidade diferencial de espécies de braquiária ao herbicida glifosato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 46:1241–1246. doi: 10.1590/S0100-204X2011001000018.
- CANDIDO, M.J.D.; LOPES, M.N.; FURTADO, R.N. et al. 2018. Potencial e desafios para a produção animal sustentável em pastagens cultivadas do Nordeste. *Revista Científica de Produção Animal*, v. 20, p. 39-45, 2018.**10.5935/2176-4158/rcpa.v20n1p39-45**.
- CARDOSO, A.S.; BARBERO, R.P.; ROMANZINI, et al. 2020. Intensification: A key strategy to achieve great animal and environmental beef cattle production sustainability in *Brachiaria* grasslands. **Sustainability** 12: 1-17. doi: 10.3390/su12166656.
- CARVALHO, W.F.; OLIVEIRA, M.E.; ALVES, A.A. et al. 2017. Energy supplementation in goats under a silvopastoral system of tropical grasses and leucaena. **Revista Ciência Agrônômica**. 48: 199-207. doi: 10.5935/1806-6690.20170023
- CAVALCANTI, N.M. 2014. **Potencial nutritivo de plantas consumidas por caprinos em área de caatinga antropizada**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Garanhuns. Garanhuns, PE: UFRPE/UAG. 2014. 102p.

CNA/CEPEA. 2020. Agronegócio brasileiro- Importância e complexidade do setor. Disponível em:[https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opinia0-cepea/agronegocio-brasileiro-importancia-e-complexidade-do-setor.aspx#:~:text=De%20acordo%20com%20dados%20do,%2C7%25\)%2C%20do%20leite%20](https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opinia0-cepea/agronegocio-brasileiro-importancia-e-complexidade-do-setor.aspx#:~:text=De%20acordo%20com%20dados%20do,%2C7%25)%2C%20do%20leite%20)

CONGIO, G.F.S.; ALMEIDA, P.C.; BARRETO, T.R. et al. 2020. Spittlebug damage on tropical grass and its impact in pasture-based beef production systems. **Scientific Reports**. 10:10758. doi: 10.1038/s41598-020-67490-9.

COSTA, J.V.; OLIVEIRA, M.E.; MOURA, R.M.A.S. et al. 2015. Comportamento em pastejo e ingestivo de caprinos em sistema silvipastoril. **Revista Ciência Agrônômica**. 46: 865–872. doi:10.5935/1806-6690.20150075

COSTA, S.B. de M.; MELLO, A.C.L. de; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. et al. 2016. Livestock performance in warm-climate silvopastures using tree legumes. **Agronomy Journal**. 108: 2026-2035. doi: 10.2134/agronj2016.03.0180.

DANES, M.A.C.; CHAGAS, L.J.; PEDROSO, A.M. et al. 2013. Effect of protein supplementation on milk production and metabolism of dairy cows grazing tropical grass. **Journal Dairy of Science**. 96: 407–419. doi: 10.3168/jds.2012-5607.

DELEVATTI, L.M.; CARDOSO, A.S.; BARBERO, R.P. et al. 2019. Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. **Scientific Reports**. 9: 1-9. doi: 10.1038/s41598-019-44138-x.

DEMSKI, J.B.; ARCARO JUNIOR, I.; GIMENES, F.M.A. et al. 2019. Milk production and ingestive behavior of cows grazing on Marandu and Mulato II pastures under rotational stocking. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 48:e20180231. doi: 10.1590/rbz4820180231.

DIAS, A.M.; GOMES, E.N.O.; ÍTAVO, L.C.V. et al. 2016. Herbage allowance effects on the characteristics of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures and the production and economic viability of Nellore heifers. **Semina: Ciências Agrárias**. 37(4): 2301-2312, supp 1. doi: 10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2301.

DUBEUX Jr., J. C. B.; MUIR, J. P.; APOLINÁRIO, V. X. O. et al. 2017. Tree legumes: an underexploited resource in warmclimate silvopastures. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 46:689-703. Doi: 10.1590/S1806-92902017000800010

DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; MUIR, J.P.; SANTOS, M. V. F. et al. 2011. Improving grassland productivity in the face of economic, social, and environmental challenges. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 40: 280-290.

FAO. FAOSTAT. 2016. Available at <http://faostat3.fao.org/compare/E>. Accessed in 03 August 2021.

FARINATTI, L.H.E.; POLI, C.H.E.C.; TONTINI, J.F. et al. 2020. Ingestive behavior and production of Holstein cows on tropical pastures. **Revista Portuguesa de Zootecnia**. 1: 87-101.

FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; SANTOS, M.E.R. et al. 2010. Outras gramíneas forrageiras de importância econômica para a pecuária brasileira. In: Fonseca, D.M., Martuscello, J.A. (eds.), **Plantas forrageiras**. Ed. UFV: Viçosa, MG. pp. 220-248.

HERNÁNDEZ-CASTELLANO, L.E., NALLY, J.E.; LINDAHL, J. et al. 2019. Dairy science and health in the tropics: challenges and opportunities for the next decades. **Tropical Animal Health and Production**. 5:1009–1017. doi: 10.1007/s11250-019-01866-6.

IBGE. 2019. Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2019>. Acesso em: 24 nov. 2020

JANK, L.; BARRIOS, S.C.; VALLE, C.B. 2014. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop & Pasture Science**. 65:1132–1137. doi: 10.1071/CP13319.

KOSCHECK, J.F.W.; ROMANZINI, E.P.; BARBERO, R.P. et al. 2020. How do animal performance and methane emissions vary with forage management intensification and supplementation? **Animal Production Science**. 60: 1201–1209. doi: 10.1071/AN18712.

KOZERSKI, N.D.; SIGNORETTI, R.D.; SOUZA, J.C. 2017. Use of monensin in lactating crossbred dairy cows (Holstein × Gyr) raised on tropical pastures with concentrate supplementation. **Animal Feed Science and Technology**. 232:119–128. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2017.08.007.

LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. et al. 2006. Sistemas de produção de forragem: alternativas para sustentabilidade da pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 35:491-511.

MACHADO, A.F.; GUIMARÃES, S.E.F.; GUIMARÃES, J.D. et al. 2020. Effect of protein supplement level on the productive and reproductive parameters of replacement heifers managed in intensive grazing systems. **PLoS One** 15:1–21. doi: 10.1371/journal.pone.0239786.

MACHADO, W.S.; BRANDAO, V.L.N.; MORAIS, V.C.L. et al. 2019. Supplementation strategies affect the feed intake and performance of grazing replacement heifers (J.C. de Souza, editor). **PLoS One** 14: e0221651. doi: 10.1371/journal.pone.0221651.

MARTHA, G.B.; ALVES, E. and CONTINI, E. 2012. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**. 110:173–177. doi: 10.1016/j.agsy.2012.03.001.

- MATTOS, J.L.S.; GOMIDE, J.A.; HUAMAN, C.A.M.Y. 2005. Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria* sob alagamento em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 34: 765–773. doi: 10.1590/s1516-35982005000300007.
- MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S. 2004. Respostas morfológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 33:282–289. doi:10.1590/S1516-35982004000200003.
- MENDONÇA, B.P.C.; LANA, R. de P.; MANCIO, A.B. et al. 2010. Levels of mineral mixture and urea in supplementation of crossbred heifers, with Gyr predominance, reared at pasture during the dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 39: 2273–2280. doi: 10.1590/S1516-35982010001000025.
- MENEZES, L.F.O.; LOUVANDINI, H.; MARTHA JÚNIOR, G.B. et al. 2010. Desempenho de ovinos santa inês suplementados em três gramíneas pastejadas durante o período seco. **Archivos de Zootecnia**. 59:299-302. doi:10.4321/S0004-05922010000200017
- MOTT, G.O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. Proceedings of the 8th International Grassland Congress, 606–611.
- MOURA, F. H.; COSTA, T.C.; TRECE, A.S. et al. 2020. Effects of energy-protein supplementation frequency on performance of primiparous grazing beef cows during pre and postpartum. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 33:1430-1443. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0784>
- MOURA, R.M.S.; OLIVEIRA, M.E.; HASSUM, I.C. et al. 2019. Comportamento e desempenho de caprinos a pasto suplementados com feno de leucena substituindo a torta de babaçu. **Revista Agrária Acadêmica**. 2: 60-71. doi: 10.32406/v2n22019/60-71/agrariacad.
- MUIR, J.P.; PITMAN, W.D.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. et al. 2014. The future of warm-season, tropical and subtropical forage legumes in sustainable pastures and rangelands. **African Journal of Range & Forage Science**. 31:187–198. doi: 10.2989/10220119.2014.884165.
- MUIR, J.P.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V. et al. 2019. Value of endemic legumes for livestock production on Caatinga rangelands. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**. 14: 1–12. doi: 10.5039/agraria.v14i2a5648.
- NASCIMENTO, A.F. do; OLIVEIRA, C.M. de; PEDREIRA, B.C. et al. 2020. Nitrous oxide emissions and forage accumulation in the Brazilian Amazon forage-livestock systems submitted to N input strategies. **Grassland Science**. 00:1–10. doi: 10.1111/grs.12287.

NEVES, D.S.B.; SILVA, R. R.; SILVA, F.F. et al. 2018. Increasing levels of supplementation for crossbred steers on pasture during the dry period of the year. **Tropical Animal Health and Production**. 50(7): 1411–1416. doi: 10.1007/s11250-018-1574-y.

OLIVEIRA, F.L.R.; MOTA, V.A.; RAMOS, M.S. et al. 2013. Performance of *Andropogon gayanus* and *Panicum maximum* cv. “Tanzania” in the shading. **Ciência Rural**. 43: 348–354. doi: 10.1590/S0103-84782013000200026.

PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T. de; GOMIDE, C.A.M. et al. 2011. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**. 141(2–3): 166–172. doi: 10.1016/j.livsci.2011.05.012.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. 2008. Functional cattle in the tropics. In: Symposium of Beef Cattle Production, 6. International Symposium of Beef Cattle Production, 2. Vicosa, MG, Brazil: Suprema Gráfica. p. 275-305.

PEDREIRA, C.G.S.; BRAGA, G.J.; PORTELA, J.N. 2017a. Herbage accumulation, plant-part composition and nutritive value on grazed signal grass (*Brachiaria decumbens*) pastures in response to stubble height and rest period based on canopy light interception. **Crop & Pasture Science**. 68: 62–73.

PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, V.J.; PEDREIRA, B.C. et al. 2017b. Herbage accumulation and organic reserves of palisadegrass in response to grazing management based on canopy targets. **Crop Science**. 57:1–11. doi: 10.2135/cropsci2016.11.0957.

PELLEGRINI, L.G.; RESTLE, J.; NEUMANN, M. et al. 2006. Desempenho de bezerros desmamados precocemente, mantidos em pastagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), com diferentes níveis de suplementação. **Ciência Rural**. 36: 1883-1889. doi: 10.1590/S0103-84782006000600034.

PEQUENO, D.N.L.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E. et al. 2015. Forage accumulation and nutritive value of brachiariagrasses and Tifton 85 bermudagrass as affected by harvest frequency and Irrigation. **Agronomy Journal**. 107: 1741–1749. doi: 10.2134/agronj15.0115.

PERES, A.A.C.; SANTOS, A.A.; CARVALHO, C.A.B. et al. 2015. Análise financeira de sistemas de produção para novilhas em pastagem de *Brachiaria brizantha* ‘Xaraés’ suplementadas com mistura mineral. **Archivos de Zootecnia**. 64: 123-130.

POLI, C.H.E.C.; MONTEIRO, A.L.G.; DEVINCENZI, T. et al. 2020. Management Strategies for lamb production on pasture-based systems in subtropical regions: A Review. **Frontiers in Veterinary Science**. 7: 1–9. doi: 10.3389/fvets.2020.00543.

QUADROS, D. G.. **Produção de ovinos e caprinos de corte**. Salvador: EDUNEB, 2017. 297 p.

RAMALHO, T.R.A.; COSTA, D.F.A.; SILVA, S.C. da. et al. 2020. Supplementation of growing bulls grazing *Panicum maximum* cv. Colônia increases average daily gain and does not impact subsequent performance in feedlot phase. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. 21: e2121202020. doi: 10.1590/s1519-99402121202020.

ROCHA, T.C.; FONTES, C.A.A.; SILVA, R.T.S. et al. 2016. Performance, nitrogen balance and microbial efficiency of beef cattle under concentrate supplementation strategies in intensive management of a tropical pasture. **Tropical Animal Health and Production**. 48: 673–681. doi: 10.1007/s11250-015-0991-4.

ROCHA, W.J.B.; SILVA, R.R.; SILVA, F.F. et al. 2019. Intake, digestibility, and growth performance of Girolando bulls supplemented on pasture in Bahia, Brazil. **Tropical Animal Health and Production**. 51:1413–1420. doi: 10.1007/s11250-019-01824-2.

SAINZ, R.D.; TORRE, F. LA and OLTJEN, J.W. 1995. Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and refeed beef steers. **Journal Animal Science**. 73: 2971-2979. doi: 10.2527/1995.73102971x.

SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. 2004. Terminação de tourinhos Limousin x Nelore em pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf, durante a estação seca, alimentados com diferentes concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 33:1627-1637. doi: 10.1590/S1516-35982004000600030.

SANTOS, K.C.; MAGALHÃES, A.L.R.; SILVA, D.K.A. et al. 2017. Nutritional potential of forage species found in Brazilian Semiarid region. **Livestock Science**. 195: 118–124. doi: 10.1016/j.livsci.2016.12.002.

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; DUBEUX JUNIOR, M.J.C.B. et al. 2010. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 39:204–215. doi: 10.1590/s1516-35982010001300023.

SILVA, C.J.A.; DITTRICH, J.R.; MONTEIRO, A.L.G. et al. 2009. Preferência de caprinos em pastejo: efeito da altura de dosséis das forrageiras Aruana e Hemária. **Ciência Animal Brasileira**. 10: 698–710.

SILVA, F.S.; DOMICIANO, L.F.; GOMES, F.J. et al. 2020. Herbage accumulation, nutritive value and beef cattle production on marandu palisade grass pastures in integrated systems. **Agroforest Systems**. 94: 1891–1902. doi: 10.1007/s10457-020-00508-3.

SILVA, J.A.; SILVA, C.G.M.; SOUSA, D.P. et al. 2017. Supplementation strategies for dairy cows kept in tropical grass pastures. **Semina: Ciências Agrárias**. 38: 401–416. doi: 10.5433/1679-0359.2017v38n1p401.

- SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E. et al. 2015. Seasonal herbage accumulation and nutritive value of irrigated 'Tifton 85', Jiggs, and Vaquero bermudagrasses in response to harvest frequency. **Crop Science**. 55: 2886–2894. doi: 10.2135/cropsci2015.04.0225.
- SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E. et al. 2016a. Growth analysis of irrigated 'Tifton 85' and Jiggs bermudagrasses as affected by harvest management. **Crop Science**. 56: 882–890. doi: 10.2135/cropsci2015.07.0430.
- SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E. et al. 2016b. Canopy height and N affect herbage accumulation, nutritive value, and grazing efficiency of 'Mulato II' brachiariagrass. **Crop Science**. 56: 2054–2061. doi: 10.2135/cropsci2015.12.0764.
- SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E. et al. 2016c. Carbon assimilation, herbage plant-part accumulation, and organic reserves of grazed 'Mulato II' brachiariagrass pastures. **Crop Science**. 56: 2853–2860. doi: 10.2135/cropsci2016.03.0148.
- SILVEIRA, L.G.G.; PIONA, M.N.M.; MOUSQUER, C.J. et al. 2016. Sistemas de cria em áreas tropicais: desmama precoce. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. 10: 858–869. doi: 10.5935/1981-2965.20160070.
- SOUTO, D. da H. 2015. **Suplementação Concentrada para Caprinos em Pastagem Diferida de Capim Urochloa**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, BA: UESB. 2015. 55p.
- STRASSBURG, B.B.N.; LATAWIEC, A.E.; BARIONI, L.G. et al. 2014. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. **Global Environ Change**. 28: 84–97. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2014.06.001.
- TEIXEIRA, F.A.; SILVA, F.F.; BONOMO, P. et al. 2014. Desempenho de novilhas leiteiras em pastagens de *Urochloa decumbens* diferidas por dois períodos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. 36: 109–115. doi: 10.4025/actascianimsci.v36i1.21759.
- TEIXEIRA, R.M.A.; MARTINS, J.M.; SILVA, N.G. et al. 2019. Suplementação proteica de vacas leiteiras mantidas em pastagem de Tifton 85 durante o período de seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 71: 1027–1036. doi: 10.1590/1678-4162-9805.
- VAZ, R.Z.; RESTLE, J.; VAZ, F. N. et al. 2016. Performance of beef cows of different genetic groups in natural and cultivated pastures. **Bioscience Journal**, 32:191-201.
- VIANA, B.L.; MELLO, A.C.L.; LIRA, M. de A. et al. 2015. Adaptability and Stability Analysis for Selection of Elephantgrass Clones under Grazing. **Crop Science**. 55: 950. doi: 10.2135/cropsci2014.05.0406.999

YASUOKA, J.I.; PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, V.J. et al. 2017. Canopy height and N affect herbage accumulation and the relative contribution of leaf categories to photosynthesis of grazed brachiariagrass pastures. **Grass Forage Science**.:1–10. doi: 10.1111/gfs.12302.

ZANASI, C.; RABBONI, C.; ROTA, C. et al. 2020. The carne carbono neutro accordance to brazilian consumers' attitude towards beef. **International Journal Food System Dynamics**. 11:360-376. doi:10.18461/ijfsd.v11i4.60.

ZANETTE, I.E.B.; SOUSA, D.P.; PAULA, N.F. et al. 2020. Grazing systems and supplementation effects on tropical forage-based dairy systems in the dry season. **Livestock Science**. 241:e104250. doi: 10.1016/j.livsci.2020.104250.

17

Fenação de plantas forrageiras

Odilon Gomes Pereira¹

Karina Guimarães Ribeiro¹

Introdução

A conservação de forragens nas formas de feno e, ou, silagem, é uma estratégia de manejo de pastagens que tem se destacado como capaz de possibilitar a exploração da elevada produtividade de espécies forrageiras em regiões de clima tropical. É reconhecido que, nessas regiões, é praticamente impossível manter constante a oferta de forragem de alta qualidade durante todo o ano, em sistemas de exploração animal em pastagens. Neste contexto, a conservação de forragens proporciona ao produtor a realização de ajuste entre demanda e suprimento de forragem, proporcionando a manutenção dos índices de produtividade do rebanho. A fenação é reconhecida como uma das práticas agrícolas mais antigas em todo o mundo. Denomina-se feno o produto obtido da desidratação de uma planta forrageira pela ação da radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, enquanto fenação consiste nas etapas envolvidas na produção do feno: corte, secagem (viragem e enleiramento do material), enfardamento e armazenamento. A fenação tem por objetivo principal a produção e conservação de forragem de alta qualidade. Apesar de ser uma prática milenar, seu uso no Brasil pode ser

¹ Professores da Universidade Federal de Viçosa, Bolsistas do CNPq/Pesquisadores do INCT-CA

considerado incipiente, embora tenha crescido o interesse pela mesma nos últimos anos, principalmente em decorrência de máquinas mais modernas e demanda pelo produto, objetivando-se a comercialização do feno. Objetiva-se, com o presente texto, demonstrar a importância da fenação, as etapas do processo, as espécies forrageiras recomendadas e sua utilização na alimentação animal.

Importância do processo

O processo de fenação tem por objetivo suprir a baixa disponibilidade de forragem e manter a produção animal constante, durante períodos de escassez alimentar decorrente de efeitos climáticos, com uso de feno de alta qualidade. Além disso, o uso de feno permitirá ao fazendeiro melhor ajuste na taxa de lotação de suas áreas de pastejo, contribuindo assim para uma maior “vida útil” de sua pastagem. Outra vantagem adicional do processo é que o excedente de feno não utilizado pode ser comercializado.

O feno é um dos alimentos conservados mais versáteis disponíveis, pois, segundo Bates (2007), apresenta as seguintes vantagens:

1. A forragem acumulada no período de crescimento favorável da planta pode ser colhida para feno, o que minimiza o desperdício.
2. O feno pode ser armazenado por longos períodos de tempo com pouca perda do valor nutritivo, se protegido das intempéries.
3. Pode ser produzido e fornecido em grandes ou pequenas quantidades.
4. Pode ser produzido e usado na alimentação animal, mecanicamente ou manualmente.
5. Pode suprir as necessidades nutricionais da maioria das categorias de animais.
6. Um grande número de culturas pode ser usado para produzir feno.

Atualmente, o feno tem se constituído em alimento de alto valor comercial, cuja procura por diferentes países, notadamente a Ásia, tem sido incrementada. Como exemplo, destaca-se que o feno de alfalfa é o quarto produto agrícola mais importante nos Estados Unidos (\$ 8,8 bilhões), depois do milho (\$ 51,7), soja (\$ 40,9) e trigo (\$ 9,1) (NAAIC, 2017). No entanto, no Brasil, seu uso como forragem suplementar para os rebanhos ainda é bastante restrito. Bernardes et al. (2018), em levantamento realizado em 146 fazendas leiteiras nos Estados de SC, PR, RS, SP, MG e GO, reportaram que a silagem de planta inteira de milho foi usada em todas as fazendas, enquanto que a silagem de planta inteira de sorgo foi usada em apenas

7% das propriedades. Os autores reportaram, ainda, que o feno foi utilizado em 46% das fazendas, e que 58% das fazendas fizeram uso de duas ou mais fontes de forragens em suas dietas.

A Figura 1 apresenta a composição da ração (em porcentagem de consumo de matéria seca) para vacas em lactação, em fazendas leiteiras típicas de 44 países. Verificam-se os itens de ração mais dominantes em fazendas leiteiras, incluindo os principais grupos de concentrados (processados e não processados), silagem de milho, gramíneas (pastos), silagem de capim, feno e outros alimentos. Denota-se, que, na América Latina, os sistemas baseados em gramíneas são dominantes em fazendas de tamanho médio; sistema de corte e transporte, observado nas fazendas brasileiras; e um sistema de pastejo foi praticado na fazenda CL-47, em que o capim excedeu 85% da dieta, com os 10-15% finais constituídos por concentrado processado. Observa-se grande variação nos sistemas de alimentação de vacas leiteiras, nos diferentes países. Porém, denota-se também, maior produção de feno na Europa e América do Norte.

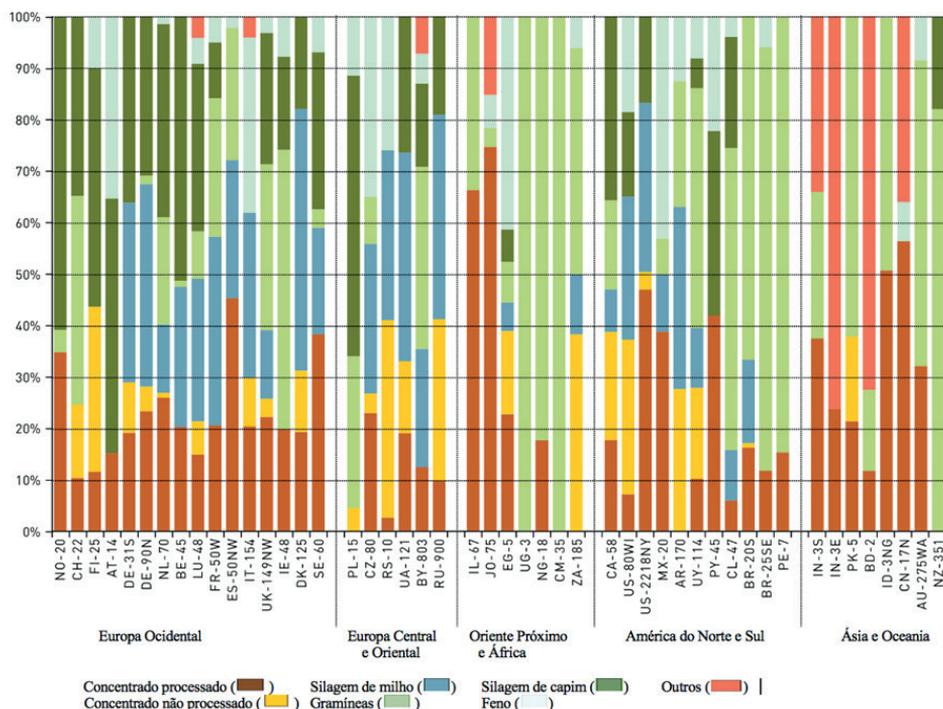


Figura 1. Composição de rações em fazendas típicas de tamanho médio, com base na porcentagem de matéria seca em diferentes regiões do mundo.

Fonte: Adaptado de FAO, IDF e IFCN (2014).

Observa-se, na Figura 2, que a importação de alfafa dos EUA pela China caiu drasticamente, de 96,39%, em janeiro de 2018, para 62,28%, em janeiro de 2019, embora as importações totais de alfafa pela China tenham se mantido estabilizadas desde 2016. Esta redução nas importações dos Estados Unidos, a partir de agosto de 2018, se deve ao aumento das importações da Espanha e do Canadá, em decorrência do aumento da tarifa da China sobre alfafa dos EUA, em julho de 2018 (Wang e Yang, 2020). Como resultado, a participação da alfafa da Espanha, nas importações totais da China, aumentou dramaticamente de 2,11%, em janeiro de 2018, para 31,73%, em janeiro de 2019 (Figura 2). Porém, esse impacto nas exportações totais de alfafa dos EUA, em 2018, foi em grande parte contrabalançado pela forte e crescente demanda por alfafa dos EUA pelos Emirados Árabes Unidos, pelo Japão e pela Coreia do Sul.

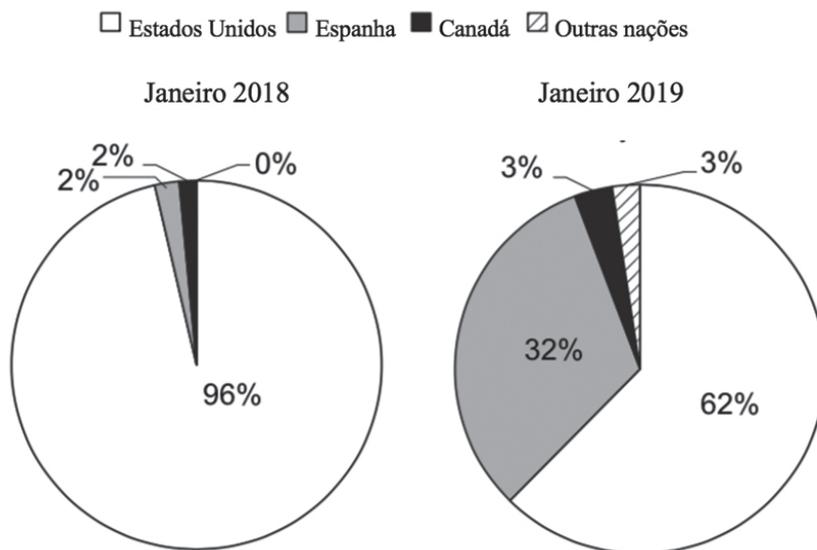


Figura 2. Comparação da importação de alfafa pela China, de diferentes países exportadores em janeiro de 2018 e de 2019.

Fonte: Administração Geral de Alfândegas da China 2019, citado por Wang e Yang (2020).

Em 2016, as exportações de feno pelos americanos foram de aproximadamente 56 e 44%, para fenos de alfafa e de gramíneas, respectivamente (Putnam et al., 2017). A título de comparação, os autores destacaram que a produção de feno nos estados do oeste foi de aproximadamente 82% de alfafa e 18% de gramíneas, portanto, um volume desproporcional de feno de gramínea produzido é exportado. As principais espécies de gramíneas para exportação são *Phleum pratense*, *Sorghum bicolor*, *Panicum coloratum* e *Cynodon dactylon*. Embora, historicamente, uma ampla gama de qualidade de feno tenha sido exportada, cada vez mais os países estão exigindo feno de alta qualidade (por exemplo, alfafa Superior e Prêmio), especialmente China e Arábia Saudita, países que têm grandes fazendas leiteiras e escassez de produtos como fenos de alfafa de alta qualidade. Dentro deste cenário, Vilela et al. (2020) destacaram grande potencial da América Latina para o mercado de feno de alfafa, em especial do Brasil.

Nos Estados Unidos, por exemplo, é recomendável que os compradores de feno, de qualquer parte do país, leiam os relatórios de feno do USDA, para conhecerem se os preços cotados estão consistentes em termos de qualidade, para que produtores e compradores de diferentes locais possam discutir e se sentirem

confiantes de que estão tratando sobre a mesma qualidade de feno reportada nos relatórios. Nas Tabelas 1 e 2, são apresentadas as diretrizes americanas revisadas sobre qualidade de fenos de alfafa e de capim.

Tabela 1. Diretrizes de feno de alfafa (para uso de rebanhos doméstico e não mais que 10% de gramíneas) (USDA, 2003)

Qualidade	FDA	FDN	*RFV	**NDT-100%	** NDT-90%	PB
Superior	< 27	> 34	> 185	>62	>55,9	>22
Prêmio	27-29	34-36	170-185	60,5-62	54,5-55,9	20-22
Bom	29-32	36-40	150-170	58-60	52,5-54,5	18-20
Médio	32-35	40-44	130-150	56-58	50,5-52,5	16-18
Inferior	>35	>44	<130	<56	<50,5	<16

*RFV – Valor alimentício relativo. Valores baseados em 100% de MS (**NDT – valores calculados para 100 e 90% de MS)

Tabela 2. Diretrizes para feno de capim (USDA, 2003)

Qualidade	Proteína bruta
Superior	>13
Premium	9-13
Bom	5-9
Inferior	<5

Considerando as Tabelas 1 e 2, são descritas as qualidades dos fenos a seguir:
 Superior: maturidade muito precoce, pré-florescimento, caule macio e fino, com muitas folhas, indicativos de valor nutritivo muito alto. O feno tem uma cor excelente e não apresenta danos.

Premium: maturidade precoce, ou seja, pré-florescimento em leguminosas e pré-emergência de inflorescências em fenos de gramíneas, com muitas folhas e caules finos, indicativos de alto valor nutritivo. O feno é verde e sem danos.

Bom: maturidade precoce a média, ou seja, floração precoce a intermediária em leguminosas e inflorescência precoce em fenos de gramíneas, folhoso, de caule fino a médio, livre de outros danos, além de uma leve descoloração.

Médio: maturidade tardia, ou seja, floração intermediária a tardia em leguminosas, fenos de gramíneas com inflorescência, moderado ou baixo conteúdo foliar e, geralmente, de caule grosso. O feno pode apresentar danos leves.

Inferior: feno com maturação muito tardia, como vagens maduras em leguminosas ou inflorescências maduras em fenos de gramíneas, de caule grosso.

Esta categoria pode incluir feno com desconto, devido a danos excessivos e grande conteúdo de ervas daninhas ou mofo.

Espécies indicadas e o processo de fenação

Denomina-se de feno aquele produto obtido da secagem de uma planta forrageira pela ação da radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, enquanto que fenação consiste nas etapas envolvidas na produção do feno: corte, secagem (viragem e enleiramento do material), enfardamento e armazenamento. A fenação tem por objetivo principal a produção e conservação de forragem de alta qualidade.

Entre as características desejáveis em uma planta forrageira destinada à fenação, destacam-se a velocidade de secagem, adaptação e tolerância ao corte mecânico, o rendimento forrageiro, valor nutritivo e adaptação às condições edafoclimáticas locais. A espécie forrageira poderá ter grande impacto na qualidade do feno produzido. É reconhecido que as leguminosas geralmente são de melhor qualidade do que gramíneas de clima temperado ou tropical. Contudo, quando colhido adequadamente, um pasto misto de gramínea e leguminosa geralmente produz feno de alta qualidade. Plantas perenes como alfafa e gramíneas do gênero *Cynodon*, dentre outras, geralmente são mais econômicas colhidas como feno, embora as anuais como híbridos de sorgo-sudão, Milheto, pequenos grãos e azevém possam também ser usadas efetivamente na produção de feno (Bates, 2007). No Brasil, várias espécies são usadas para fenação. Contudo, fenos de alfafa e de gramíneas do gênero *Cynodon* são aqueles de maior valor comercial e, portanto, se o objetivo da propriedade for apenas comercialização, este é um fator importante a ser considerado.

A primeira operação no processo de fenação consiste em cortar a parte aérea da planta a uma altura de 2 a 5 cm acima da superfície do solo, em média, dependendo da espécie, de modo a não comprometer sua rebrotação. Em geral, o corte deve ser realizado de manhã, possibilitando assim maior desidratação da planta ao final do dia. Contudo, alguns estudos realizados no Canadá e nos Estados Unidos indicam que o corte realizado ao final do dia tem proporcionado maior aceitabilidade em caprinos, ovinos e bovinos, fato este atribuído ao maior conteúdo de açúcar acumulado e, portanto, melhoria do valor nutritivo do feno produzido. No entanto, os produtores de feno devem avaliar a necessidade de tempo extra de secagem do

final da manhã ao final da tarde, em objetivando obter forragem de melhor qualidade (McCartney, 2005).

O corte pode ser manual ou mecanizado, e, se mecanizado, existem dois tipos principais de segadoras: segadora de barra e segadora de discos. O tipo de segadora usada tem pouco efeito na secagem, nas perdas decorrentes do corte e na qualidade da forragem resultante (Undersander, 2006). A segadora de barra tem sido usada em todo o mundo por muitos anos, pois apresenta método de corte confiável e de baixo custo, e pode ser puxada por tração animal ou por trator de baixa potência. A principal desvantagem é a capacidade de corte limitada, já que a velocidade de campo é prejudicada pela capacidade de corte das facas alternativas, as quais, são mais propensas a obstruírem com forragem pesada, úmida ou alojada (McCartney, 2005). Esta capacidade limitada levou ao desenvolvimento e uso generalizado de segadoras de disco rotativas, que tem despertado grande interesse na atualidade.

Por ocasião do corte, as plantas apresentam teor de umidade de 80-85%, que necessita ser reduzido a níveis de 12-15%, para proporcionar preservação estável da forragem fenada. O ambiente (radiação solar, temperatura do ar, umidade do ar e do solo, entre outros) determina os limites potenciais de perda de água, durante a confecção do feno, e, outros fatores, como características das espécies e práticas de manejo da fenação, determinam o grau de perda de água. As taxas de secagem das plantas colhidas são favorecidas pelo aumento na intensidade de radiação solar, aumento no déficit de pressão de vapor, pela redução no teor de umidade inicial da forrageira e pelo decréscimo na densidade da leira do material secando no campo.

Após o corte, a forragem deverá permanecer no campo para desidratação. A desidratação a campo, nas etapas iniciais, pode ser acelerada de três a quatro vezes, se a planta for submetida a um processo mecânico capaz de revolvê-la, por meio de ancinhos, para permitir a entrada de ar e raios solares. Esta prática produz, em média, aumento de 30% na taxa de desidratação, o que pode reduzir o tempo de secagem a campo de duas a oito horas. Se o material permanecer no campo por mais de um dia, este deverá ser enleirado ao final da tarde e espalhado ou revolvido no dia seguinte, evitando assim o efeito do orvalho, e, portanto, melhorando a homogeneidade da desidratação. O enleiramento também previne a redução de perdas por chuvas de baixa intensidade, que eventualmente possam ocorrer durante a secagem do material a campo, principalmente se ocorrerem nos períodos iniciais de secagem. A ação de espalhar e enleirar o material cortado tem como desvantagem o aumento no gasto com combustível e mão-de-obra, além de aumentar a queda de folhas, principalmente em leguminosas. Em condições satisfatórias de clima, uma a duas viragens são suficientes.

A taxa de secagem pode ser favorecida também pelo uso de segadoras condicionadoras, cujos modelos principais são aqueles com batedores de dedos livres e de rolos (Figura 3). As primeiras, são mais recomendadas para gramíneas, e, as últimas, para alfafa e outras leguminosas. O condicionamento modifica a estrutura da planta para aumentar a taxa de secagem sem causar perda de folhas, reduzindo a necessidade do uso de ancinhos para virar a leira de forragem para secagem (McCartney, 2005).

A última etapa do processo de fenação consiste no armazenamento do feno, quando este atingir a umidade de equilíbrio, isto é, quando a perda de água é igual ao ganho que obtém do ar. Uma vez atingido esse nível de umidade, o material poderá então ser enfardado, em fardos quadrados ou redondos. O teor de umidade do feno no momento do armazenamento é o mais crítico fator determinante do êxito ou fracasso da fenação. A umidade final deve situar-se entre 12-15%, e o armazenamento de fenos com teores de umidade acima de 18% pode resultar na elevação das perdas de matéria seca decorrentes do desenvolvimento de micro-organismos e da contínua respiração celular, principalmente mofos, o que ocasiona redução de carboidratos solúveis, compostos nitrogenados, minerais e vitaminas, diminuindo, assim, o valor nutritivo do feno.

A determinação da umidade final após desidratação pode ser feita diretamente no campo, por meio de equipamentos adequados (determinadores portáteis de umidade), ou por conhecimento prático. Entre as maneiras práticas de verificação da umidade, destacamos algumas observações básicas: a) torcer feixes do material: se surgir umidade e, ao soltar, o material voltar à posição inicial rapidamente, ainda não está no ponto; se não surgir umidade e, ao soltar o material, voltar lentamente à posição inicial, sem rompimento de hastes, está no ponto, e b) examinar a umidade do caule, na altura dos nós, espremendo-os.

O feno pode ser armazenado em galpões ou a campo, nas formas de fardos, medas ou a granel. O armazenamento em galpões propicia a obtenção de fenos de mais alta qualidade, uma vez que reduz as perdas. Os fardos constituem-se na forragem fenada prensada para armazenamento, reduzindo o volume de feno e aumentando a densidade do alimento.

Considerando que a colheita da forrageira destinada à fenação representa grande retirada de nutrientes do solo, principalmente nitrogênio e potássio, faz-se necessário que seja mantida a fertilidade da área com adubações periódicas, segundo análise do solo, extrações de nutrientes pela espécie forrageira e capacidade de resposta da cultura à adubação. Como exemplo, pode-se considerar que, para a produção de 20 toneladas de feno/ha/ano, removem-se cerca de 300 kg de nitrogênio,

30 kg de fósforo e 500 kg de potássio, por hectare, por ano. A utilização de áreas de pastejo para a fenação poderá resultar na redução dos gastos com insumos, uma vez que retornam ao solo, via dejeções de animais, parte do nitrogênio, potássio e fósforo extraídos pelo pasto.

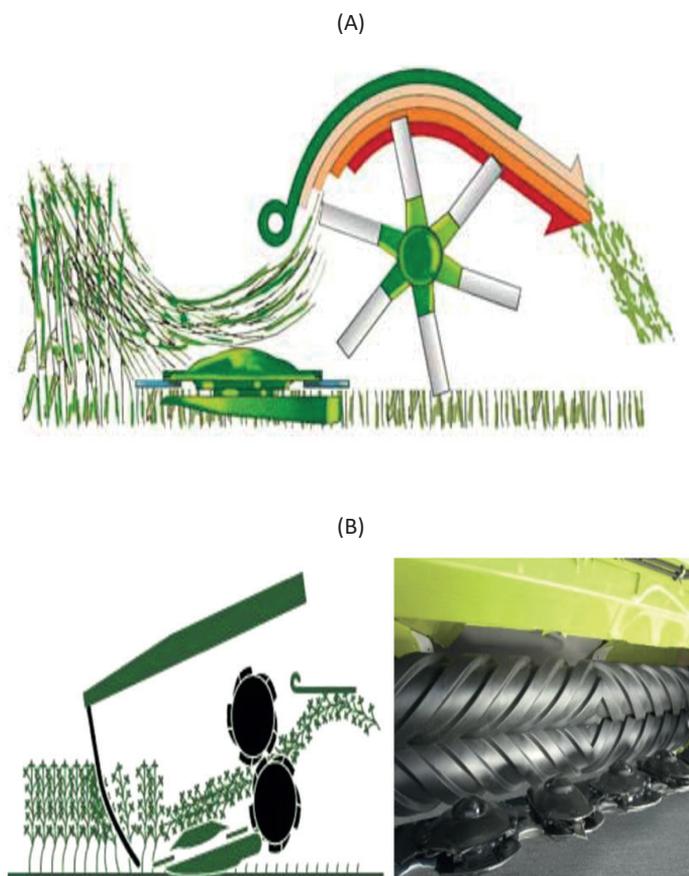


Figura 3. Segadora condicionadora contendo dentes radiais flexíveis (dedos) (A) e de rolos (B)

Fonte: https://www.deere.co.uk/common/docs/products/equipment/mower_conditioner/brochure/YY0914542_E.pdf (A) e Amiama et al. (2018) (B)

Processo de secagem da planta

A produção de feno requer a perda de grandes quantidades de água para que se obtenha êxito no processo. A cultura ao ser cortada para fenação contém aproximadamente 80% de umidade, ou seja, 2,3 a 5,6 partes de água para cada parte de matéria seca (Rotz, 1995). O processo de secagem no campo envolve perda e ganho de água. Na forragem espalhada no campo, a água se move entre a planta e o ambiente até atingir um conteúdo de umidade adequado para armazenamento. Este movimento cíclico de perda e ganho de umidade entre a planta e o ambiente determinará o teor de umidade final da planta. A menos que ocorram chuvas, períodos diurnos predominantemente levam à perda de umidade ou secagem, enquanto que, à noite, a alta umidade do orvalho, e, talvez, a ocorrência de chuvas, promovem o reumedecimento da cultura.

A secagem no campo resulta na perda de aproximadamente 3 toneladas de água para cada tonelada de feno produzida, e cada kg de água perdido requer aproximadamente 2,3 MJ de energia para transformar o líquido em vapor (Rotz, 1995). Ou seja, cada tonelada de feno produzido requer 7 bilhões de joules de energia. Isto corresponde à energia contida em 270 L de óleo combustível, indicando, assim, ser a forragem desidratada no campo, pela energia do sol, uma alternativa mais viável (Rotz, 1995).

Quando a cultura forrageira é cortada e espalhada no campo para secar, a perda inicial de umidade é tão elevada como nas plantas vivas. Uma vez que o caule e as folhas foram severamente separados das raízes, a umidade perdida não é restituída, iniciando-se, assim, o emurchecimento (Sullivan, 1973). Imediatamente após o corte, a abertura dos estômatos pode aumentar, porém, ela diminui rapidamente com o avanço da secagem (Macdonald e Clarck, 1987). O fechamento completo dos estômatos, para a maioria das espécies, ocorre dentro de duas horas após o corte e isto ocorre antes de um terço da água inicial ser perdida (Rotz, 1995).

Após migrar para a superfície da planta, a água deve evaporar para sair ao ambiente. Uma vez transformada em vapor de água, a água move-se da planta para o ambiente, seguindo o princípio da difusão de umidade (Rotz, 1995). A difusão é controlada pelo gradiente de pressão de vapor entre a superfície da planta e o ambiente, seguindo o princípio da difusão de umidade, sendo influenciada principalmente pela temperatura e, também, pelo conteúdo de umidade da planta (Rotz e Muck, 1994).

A curva de secagem de plantas forrageiras segue o modelo exponencial, de modo que a taxa de perda de água decresce com o tempo de secagem (Figura 4).

Segundo Macdonald e Clarck (1987), o período de secagem pode ser dividido em três fases, apresentadas na Figura 4.

A primeira fase envolve uma rápida secagem inicial, que ocorre quando o conteúdo de umidade na planta é alto, os estômatos estão abertos e o déficit de pressão de vapor entre a planta e o ar é alto. Nesta fase, a taxa de perda de água é de 1g/g de MS/hora. Trabalhos conduzidos por Costa e Gomide (1991) e Ferrari Jr. et al. (1993), com gramíneas tropicais, revelaram maior taxa de perda de água nas 2-3 primeiras horas de secagem.

Embora o fechamento dos estômatos ocorra aproximadamente de uma a duas horas após o corte, aproximadamente 20 a 30% da água são perdidos na primeira fase de secagem (Macdonald e Clarck, 1987).

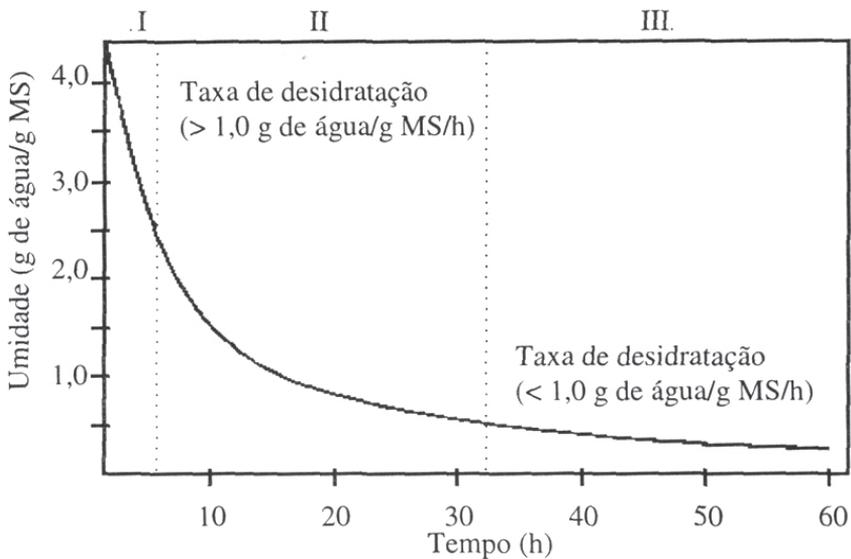


Figura 4. Curva de secagem de plantas forrageiras em condições ambientais uniformes.

Fonte: Moser (1995).

A segunda fase do processo é mais demorada e envolve a evaporação de água via cutícula (Moser, 1995). Deste modo, a estrutura das folhas, as características da cutícula e a estrutura da planta irão determinar a duração desta fase (Harris e Tullberg, 1980).

Injúrias em cutículas de folhas ou caules aceleram a perda de água. O metabolismo da planta continua durante a segunda fase do processo de secagem e pode se prolongar quando a forragem é densa, a umidade relativa do ar é alta, ou a circulação de ar é baixa (Moser, 1995). Após a redução de umidade para níveis abaixo de 45%, a perda da água remanescente torna-se difícil.

A terceira fase prolonga-se até a forragem atingir umidade adequada para ser armazenada como feno. A perda de permeabilidade da membrana celular, em decorrência da plasmólise, pode promover uma rápida desidratação nesta fase (Sullivan, 1973; Harris e Tullberg, 1980).

Fatores que afetam a desidratação

Fatores inerentes à planta

Dentre os fatores da planta que influenciam a secagem, destacam-se o teor inicial de umidade, a espécie forrageira e suas características físicas. A umidade inicial da planta varia com a maturidade, condições ambientais e hora do dia, observando-se maior efeito da maturidade. A maioria das espécies forrageiras apresenta de 75-80% de umidade no momento adequado de colheita (Rotz, 1995).

Em geral, gramíneas secam mais rapidamente do que leguminosas. Existem diferenças entre espécies, mesmo quando as condições ambientais são semelhantes. As diferenças nas taxas de secagem entre espécies podem ser atribuídas às características morfológicas, tais como razão de peso foliar, relação folha/caule, comprimento de caule, diâmetro de caule, densidade de tricomas e área foliar específica (Macdonald e Clarck, 1987; Costa e Gomide, 1991). Esses últimos autores, reportaram correlação positiva da taxa de secagem com a razão de peso foliar e negativa com o comprimento de caule (Tabela 3).

De fato, espécies com maior relação folha/caule apresentam taxa de secagem mais rápida, uma vez que as folhas são a via natural de perda de água das plantas (Rotz, 1995). Dado que as folhas secam mais rapidamente do que os colmos, a perda de água do núcleo do caule, nos estágios finais de secagem, torna-se mais difícil, uma vez que o fluxo de água ao longo deste é interrompido, ocorrendo, assim, o movimento radial de água no caule. Conseqüentemente, o aumento na distância radial (diâmetro do caule) para o tecido superficial, reduz a taxa de secagem (Rotz, 1995).

Tabela 3. Coeficientes de correlação entre a perda de água e características morfológicas de gramíneas tropicais

Característica morfológica	Idade em semanas		
	8	12	8-12
Razão de peso foliar (g/g)	0,983	0,972	0,948
Comprimento de caules (cm)	-0,988	-0,839	-0,780
Diâmetro de caules (mm)	0,172	0,659	0,433
Comprimento de folhas (cm)	0,889	0,836	0,751
Largura de folhas (cm)	-0,051	0,003	-0,056
Área de folhas (cm ² /folha)	0,638	0,604	0,611
Área de folha (cm ² /perfilho)	0,559	0,604	0,379
Área específica de folha (cm ² /folha)	-0,338	-0,425	-0,403

Fonte: Costa e Gomide (1991).

A maturidade da planta também afeta a taxa de secagem. Em condições de laboratório, gramíneas no estágio vegetativo de maturidade revelaram taxas de secagem mais rápidas do que aquelas no estágio reprodutivo (Menzies e O'Callaghan, 1971; Jones, 1979). A maior taxa de secagem nas plantas mais jovens deve-se ao maior teor inicial de umidade, maior relação folha/caule, caules mais finos e, talvez, a diferenças na cutícula. Entretanto, em condições de campo, a secagem de gramíneas imaturas pode ser mais lenta que em gramíneas em estágio reprodutivo de desenvolvimento.

Fatores climáticos

Os fatores climáticos e o teor de umidade do solo determinam o ambiente para secagem da forragem no campo. Destes, os primeiros exercem maiores efeitos na taxa de secagem, porém, as propriedades do solo também influenciam no processo. A alta correlação entre esses fatores dificulta o estabelecimento do efeito de cada um sobre a taxa de secagem.

A taxa de secagem aumenta com o aumento da temperatura, radiação solar e velocidade do vento e diminui com o aumento da umidade relativa do ar e do teor de umidade do solo (Pitt, 1990). Desses, a radiação solar e a temperatura têm exercido maior efeito na taxa de secagem.

Outro fator influenciado primeiramente pelo ambiente, e posteriormente pela planta, é a umidade de equilíbrio do feno (ponto de feno), que se refere àquela

umidade que a planta atinge quando é colocada em ambiente constante por período indeterminado de tempo (Rotz, 1995). A umidade de equilíbrio é mais influenciada pela umidade relativa do ar próxima à leira, com maior influência em condições de alta umidade. Na Tabela 4, observa-se que, na umidade relativa do ar de 70%, a umidade de equilíbrio do feno é 16%. Ou seja, teores de umidade relativa do ar superiores a esta dificultam a desidratação a campo.

Tabela 4. Umidade de equilíbrio para o feno, em função da umidade relativa do ar

Umidade Relativa do ar (%)	Umidade de equilíbrio do feno (%)
95,0	35,0
90,0	30,0
80,0	21,5
77,0	20,0
70,0	16,0
60,0	12,5

Fonte: Raymond et al. (1978).

Fatores de manejo

Segundo Pitt (1990), os fatores de manejo que afetam a taxa de secagem são: momento do corte, planejamento das operações e manejo da leira. São três operações usadas para o manejo da leira: viragem, inversão da leira e enleiramento, já discutidos. Quando a forragem encontra-se secando no campo, o topo da leira seca mais rapidamente do que a base. O manejo da leira pode acelerar o processo de secagem, por mover o material úmido da base para o topo, onde secará mais rapidamente.

A espessura e a densidade da leira são estreitamente relacionadas às características da leira, que freqüentemente influenciam a secagem. A espessura refere-se à distância entre o topo e a base da leira, a qual é controlada pela largura da leira deixada no campo e pelo rendimento forrageiro (Rotz, 1995). Densidade é a quantidade de forragem por unidade de volume de leira. A taxa de secagem decresce quando a espessura e a densidade aumentam.

Perdas no processo de fenação

Perdas durante a secagem

Mesmo com avanços recentes em equipamentos de fenação, perdas expressivas podem ocorrer durante o processo, se não for adotado manejo adequado.

Perdas de nutrientes durante a secagem no campo resultam em mudanças substanciais na quantidade e na qualidade da forragem. Estas perdas estão associadas com: a) respiração da planta, b) ocorrência de chuvas, e, c) operações mecânicas: corte/condicionamento, enleiramento/viragem e enfardamento (Pitt, 1990).

A respiração converte os açúcares da planta em água e gás carbônico, aumentando o teor de fibra insolúvel em detergente neutro e reduzindo o conteúdo celular. A respiração é mais ativa por ocasião do corte (80% de umidade), aumenta com a temperatura e diminui quando o teor de umidade decresce, cessando sua atividade quando o teor de umidade da planta atinge valores abaixo de 40% (Macdonald et al., 1987; Pitt, 1990). Quando os carboidratos solúveis são reduzidos, outros compostos como gordura e proteína podem ser usados no processo de respiração (Rotz e Muck, 1994).

Se as condições de secagem forem boas, as perdas por respiração situam-se próximas a 2-6%, entretanto, se o ambiente for desfavorável, as perdas podem atingir até 15% (Anderson e Mader, 1985; Pitt, 1990).

A ocorrência de chuvas sobre o feno, antes do enfardamento, resulta na lixiviação de nutrientes solúveis e prolongamento das perdas por respiração. As perdas devido a lixiviação aumentam com a quantidade, intensidade e duração das chuvas e com o teor de matéria seca do material secando (Anderson e Mader, 1985; Rotz e Muck, 1994).

A chuva, além da lixiviação de nutrientes, também pode provocar o aumento da perda de folhas, em decorrência do trabalho extra de viragem e enleiramento requerido para se alcançar a umidade de armazenamento (Anderson e Mader, 1985).

As perdas mecânicas, durante a produção de feno, são freqüentemente maiores nas leguminosas do que nas gramíneas, devido à maior fragilidade das folhas nas primeiras. Folhas de alfafa secam 2,5 vezes mais rapidamente do que o caule e, quando o teor de umidade se reduz a níveis abaixo de 30%, as folhas tornam-se extremamente frágeis (Shaeffer e Clarck, 1976). Segundo Shanahan e Smith (1973), as perdas de matéria seca associadas com a queda de folhas situam-se de 2 a 5 %, para gramíneas, e de 3 a 35%, para as leguminosas.

Aproximadamente 50% da perda mecânica total, em alfafa, ocorre durante o corte/condicionamento e viragem/enleiramento. Para reduzir a queda de folhas é recomendável que a viragem/enleiramento não seja efetuada em níveis de umidade abaixo de 40%. A inversão da leira é uma tecnologia que tem se apresentado promissora para viragem e estreitamento da leira para enfardamento, sem perdas excessivas de folhas (Mahanna, 1996).

Mais recentemente, a taxa de secagem da alfafa tem sido aumentada pelo uso de tratamentos químicos (condicionamento químico) com carbonato de potássio ou de cálcio, ou de outros agentes dessecantes aplicados em solução aquosa. Esses produtos atuam na cutícula da camada externa do caule, reduzindo a resistência de perda de água da planta durante a secagem.

O condicionamento químico é menos eficiente em: a) leiras pesadas (alta densidade de forragem); b) aplicação desuniforme, e, c) condições úmidas (chuvas) e frias (Shanahan e Smith, 1993; Mahanna, 1996). As evidências disponíveis sugerem que este tratamento é de efetividade limitada em feno de gramíneas. Uma explicação para isso seria o impedimento provocado pela bainha foliar à aplicação do tratamento químico ao caule.

Perdas no armazenamento

As perdas no armazenamento estão relacionadas diretamente ao crescimento microbiano e ao aquecimento subsequente. A extensão do aquecimento depende grandemente do teor de umidade do feno, da densidade e tamanho do fardo, e da taxa de perda de umidade do fardo e da população microbiana epifítica presente no feno (Mahanna, 1996). A atividade biológica no feno não se encerra necessariamente por ocasião do enfardamento, se este for efetinado com umidades maiores que 18%.

Fenos com menos de 15% de umidade são relativamente estáveis durante o armazenamento e ocorre pouca respiração. Entretanto, em fenos com maior teor de umidade, a respiração microbiana causa o aquecimento do feno nas três a cinco primeiras semanas de armazenamento (Rotz e Muck, 1994). A intensa atividade de microrganismos promove aumentos na temperatura, podendo, inclusive, provocar combustão espontânea em fenos armazenados em galpão. Segundo Ball et al. (s/d), temperaturas abaixo de 50°C são normais, entre 50 e 60°C estão numa faixa de precaução, e, acima de 70°C, ocorre sério risco de incêndio. Eventualmente, a temperatura poderá estabilizar-se próxima à temperatura ambiente. Como precaução, é recomendável evitar armazenamento próximo a qualquer local que atraia raios, tais como rede elétrica, árvores ou antenas.

Com o aumento da temperatura até 60°C, ocorre morte da maioria dos microrganismos, resultando em declínio gradual da temperatura interna do fardo. A umidade é normalmente removida pelo aquecimento inicial do feno enfardado com baixa umidade. Entretanto, em fardos com umidade mais elevada, a água do feno combina com aquela gerada no processo de respiração, propiciando condições adequadas para o crescimento de mofos e bactérias (Mahanna, 1996).

O calor excessivo pode reduzir a digestibilidade da proteína bruta e da energia do feno. Isto se deve a reações não enzimáticas entre os carboidratos solúveis e grupos aminas dos aminoácidos, sob condições de alta umidade e temperatura (>55°C), em decorrência da reação de Maillard (Van Soest, 1994). A extensão do dano causado por essa reação pode ser quantificada pela determinação do nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

O armazenamento de feno em galpões é um método altamente eficiente, no entanto, podem ocorrer perdas de 5-10% da matéria seca, para fenos armazenados com umidade abaixo de 20%. Entretanto, o armazenamento no campo resulta em perdas de até 40% da matéria seca total (Mahanna, 1996). A maior parte das perdas ocorre na camada externa do fardo e na superfície de contato deste com o solo. Estas perdas são influenciadas pela quantidade de chuva, duração do armazenamento, local do armazenamento e habilidade do fardo para escorrer água. Em feno de leguminosas, geralmente ocorrem maiores perdas pelo umedecimento (chuva) do que de gramíneas, pelo fato de não formarem um fardo firme que resista à chuva, isto é, que possibilite melhor escoamento da água.

Em estudo conduzido com grandes fardos redondos de alfafa, armazenados no campo, sem e com proteção (lona plástica), e em galpões, Belyea et al. (1985) encontraram perdas de 15; 5,7 e 2,5% da matéria seca para as respectivas modalidades de armazenamento. Estes dados indicam a necessidade do produtor reduzir as perdas durante o armazenamento, uma vez que essas resultam no aumento da quantidade de feno produzida para o rebanho, bem como, no custo final do feno. Por exemplo, perdas de matéria seca de 15 a 20% indicam que o produtor precisará colher 15 a 20% a mais de feno, resultando, assim, em custos adicionais na produção, colheita e armazenamento.

Na Tabela 5, são sumarizadas perdas em diferentes sistemas de armazenamento. Observa-se que o feno armazenado em ambiente sem cobertura pode ter perdas significativas de matéria seca e no valor nutritivo, em período de tempo relativamente curto.

Tabela 5. Efeito do sistema de armazenamento sobre a perda de matéria seca do feno de Azevém armazenado por sete meses

Sistema de armazenamento	Matéria seca (%)	Recusa animal (%)	Perda total (%)
Solo	28	22	50
Cascalho	31	17	48
Pneus	35	6	41
Fenil	26	6	32
Fenil com cobertura	12	2	14
Galpão	2	1	3

Fonte: Nelson et al. (1983)

Perdas no fornecimento

O feno pode ser processado ou não para a sua utilização. Os métodos mais comuns de processamento incluem: picagem, moagem e peletização. Os dois primeiros facilitam o manuseio e reduzem a rejeição e as perdas. Já a peletização, além destas vantagens, elimina o pó.

O fornecimento de feno pode ser à vontade ou restrito. O primeiro é usado normalmente para grandes fardos armazenados no campo, onde os animais têm acesso limitado ou não aos mesmos. No fornecimento restrito, faz-se o uso de rações completas ou o fornecimento de feno e concentrado, separadamente.

As perdas durante a alimentação podem ocorrer em qualquer que seja o sistema usado e a magnitude destas varia com o sistema. O principal objetivo é estabelecer práticas de manejo que possibilitem aos animais consumirem a maior parte do feno a eles ofertada.

As perdas na alimentação incluem pisoteio, queda de folhas, deterioração química e física, contaminação fecal e rejeição. Os níveis e custos destas serão determinados pelo método de alimentação, intervalos de alimentação, quantidade ofertada, condições climáticas e qualidade do feno (Wahlberg, 1996; Bal et al., s/d). As perdas na alimentação têm sido inferiores a 2%, em condições de bom manejo, e superiores a 60%, em situações de manejo precário (Bal et al., s/d). Perdas de 3 a 6% são aceitáveis para a maioria dos sistemas de alimentação, embora tais níveis sejam associados a sistemas que requerem maior mão-de-obra e alimentação diária dos animais.

Quando o feno é fornecido diretamente no campo, em medas ou fardos redondos, a perda de feno poderá ser grandemente reduzida se o acesso do animal ao feno for controlado. Isto pode ser feito com cerca elétrica ou grades de alimentação,

possibilitando que o animal tenha acesso somente àquele feno que necessita ser consumido dentro de um dado período de tempo.

Qualidade do feno

Qualidade e valor nutritivo têm recebido as mais variadas definições. Segundo Fisher et al. (1995), o valor nutritivo refere-se aos aspectos da composição química da forragem, independentemente do consumo voluntário, enquanto que a qualidade da forragem considera tanto o valor nutritivo quanto o consumo.

A qualidade do feno é afetada por diferentes fatores, tais como: estágio de maturidade da planta, espécie forrageira, composição química, forma física, impurezas, deterioração durante o corte e armazenamento, e, presença de compostos antinutricionais (Collins e Moore, 1995). Desses, a maturidade por ocasião da colheita é o fator mais importante na determinação da qualidade do feno, independentemente da espécie. Com o avanço da maturidade, ocorre aumento nos constituintes de parede celular da planta, resultando, assim, em redução da digestibilidade e do consumo. Na Figura 5, é mostrada a relação entre rendimento e qualidade em alfafa.

Um feno de qualidade superior deverá apresentar valores elevados em: a) nutrientes (composição química), b) digestibilidade, c) consumo, e, d) eficiência de utilização. Anteriormente foram apresentados graus indicadores de qualidade de feno de leguminosas e gramíneas nos Estados Unidos. Porém, no Brasil, parece não existir um protocolo nacional que trate da qualidade de feno. Todavia, mesmo nos Estados Unidos, este sistema de classificação parece funcionar bem apenas para a alfafa, utilizada na alimentação de bovinos leiteiros, sendo mais difícil de ser aplicado para fenos de gramíneas ou em pastos mistos de gramíneas e leguminosas.

O Instituto Nacional de Tecnologia Agrícola (INTA) da Argentina recomenda, para a comercialização de feno, tanto no mercado interno quanto externo, a adoção da classificação proposta pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2003). Esta classificação fornece parâmetros úteis para a adaptação do produto às características gerais da demanda mundial, tendo em conta que cada mercado, ou cliente em particular, pode solicitar especificações diferenciadas para o feno que desejam (Zavalía et al., 2018). Nesta classificação, as cinco categorias do USDA foram renomeadas como: 1) Superior, 2) Prêmio, 3) Primeiro, 4) Segundo, e 5) Terceiro.

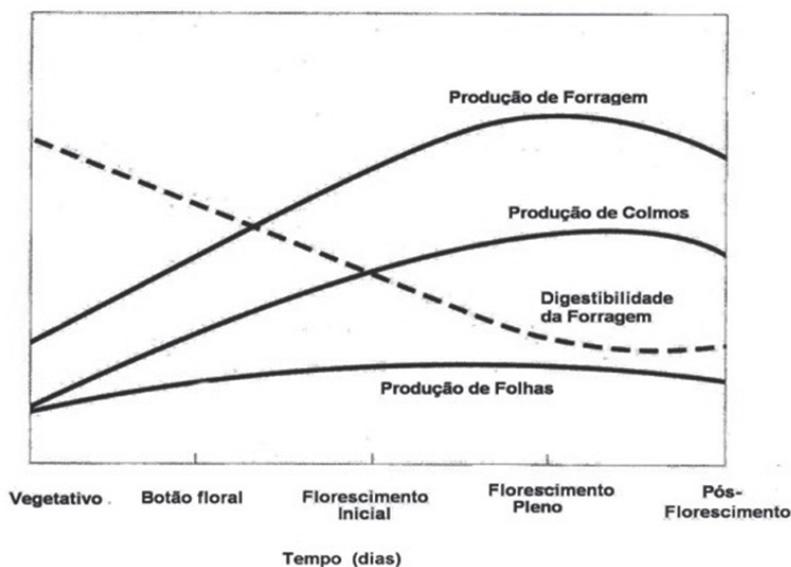


Figura 5. Interrelação entre rendimento e qualidade em alfafa

Fonte: Lacefield (2004).

A Associação Australiana da Indústria de Forragem (AFIA) também elaborou um sistema de classificação nacional de padrões de feno para ajudar a padronizar os graus de forragem e qualidade em toda a indústria, os quais são reconhecidos pela Associação Nacional de Marketing de Commodities Agrícolas (NACMA) (Lattimore, 2008). Além disso, o vendedor deverá preencher o formulário de declaração, indicando que seu feno está livre de resíduos químicos inaceitáveis e, portanto, adequado para uso na alimentação animal.

O valor nutritivo de feno de capim-tifton 85, colhido com 28, 35, 42 e 56 dias de rebrotação, foi avaliado por Ataíde Jr. et al. (2000) em ensaio com ovinos, que estimaram máximo consumo de matéria seca para o feno colhido com 38 dias de rebrotação. O capim antes da fenação apresentou relação lâmina/colmo de 1,42; 1,43; 1,35; e 0,74, nas respectivas idades. Foram registrados valores de FDN indigestível de 19,7% para fenos colhidos aos 28, 35 e 42 dias de rebrotação, e de 28,9%, para o feno com 56 dias de rebrotação (Henriques et al., 1998). Os autores concluíram que feno de capim-tifton 85 apresentou elevado valor nutritivo até 42 dias de rebrotação.

Usando os mesmos fenos de capim-tifton 85 do estudo acima, Ribeiro et al. (2001) em ensaio com bovinos fistulados no rúmen e abomaso, recebendo dietas com relação volumoso:concentrado de 60:40% (%MS), concluíram que a inclusão

de feno de capim-tifton 85 com 42 dias de idade, nas rações, promoveu consumo máximo dos nutrientes, excetuando-se de extrato etéreo. Na Tabela 6, é apresentada a composição química e a digestibilidade dos fenos utilizados nesse estudo. Denota-se, com base na classificação americana para fenos de capins, apresentada anteriormente nesse capítulo, que os fenos produzidos dos 28 aos 42 dias seriam classificados com o mais alto grau (superior), com base no seu valor protéico.

Portanto, pode-se inferir que a produção de feno de capim-tifton 85 colhido com 42 dias de rebrotação, além de possibilitar a produção de feno de alta qualidade, pode reduzir o custo de produção, em decorrência do maior rendimento de matéria seca em relação a cortes em idades mais precoces. No entanto, é importante reconhecer que a idade (dias de crescimento) e a maturidade fisiológica da planta não são sinônimos.

Tabela 6. Composição química e digestibilidade da matéria seca (DMS) de fenos de capim-tifton 85 colhido em quatro idades de rebrotação

Idade (dias)	MS	MO	PB	FDN	DMS ¹
28	85,0	92,9	16,4	78,3	73,3 ¹
35	86,3	92,6	15,5	78,7	70,6 ¹
42	86,0	93,3	14,3	79,0	72,3 ¹
56	85,0	92,4	11,3	81,3	67,2 ¹

Fonte: Ribeiro et al. (2001).

¹ Digestibilidade “in vivo” com bovinos.

O feno ou a silagem de estilosantes Campo Grande, quando associados à silagem de milho, proporcionaram boa alternativa para alimentação de bovinos de corte na fase de terminação (Rufino et al., 2021). As dietas foram isoproteicas (12,5% PB, com base na MS) e consistiram de 50% de concentrado e 50% de forragem. Na Tabela 7, são apresentados os dados de desempenho animal deste estudo.

Tabela 7. Desempenho produtivo de bovinos de corte alimentados com dietas contendo silagem (SSt) ou feno de estilosantes Campo Grande (FSt), associados ou não à silagem de milho (SM)

	Tratamentos					EPM	Contrastes ¹ p-valor			
	SM	SSt	FSt	SM+SSt	SM+FSt		C1	C2	C3	C4
GMD ² (kg)	1.55	1.30	1.11	1.59	1.53	0.06	0.03	<0.01	0.05	0.51
GMC ³ (kg)	0.89	0.67	0.66	0.90	0.92	0.03	<0.01	<0.01	0.79	0.76
Rendimento de carcaça (%)	54.1	52.6	54.2	53.9	54.8	0.47	0.64	0.06	0.02	0.19
Eficiência alimentar (kg:kg)	0.178	0.134	0.147	0.155	0.134	6.46	<0.01	0.58	0.16	0.03

¹C1= SM vs. SSt+FSt+(SM+SSt)+(SM+FSt); C2= SSt+FSt vs. (SM+SSt)+(SM+FSt); C3= SSt vs. FSt; C4= (SM+SSt) vs. (SM+FSt), ²ganho médio diário, ³ganho médio de carcaça

Fonte: Rufino et al. (2021).

Estudos envolvendo a avaliação de feno em dietas para bovinos leiteiros são relativamente raros nas nossas Instituições de ensino/pesquisa. Na Tabela 8, são apresentados resultados de dois estudos da literatura nacional sobre a utilização de fenos de diferentes espécies forrageiras em dietas de vacas de leite. No Trabalho de Jobim et al. (2002), os autores reportaram que os resultados da análise de economicidade das dietas indicaram que a silagem de milho apresentou maior margem líquida por vaca dia⁻¹, constituindo, segundo os autores, na fonte mais rentável de volumoso na situação avaliada.

Porém, independentemente de se comprar, vender, produzir ou usar o feno para alimentar o rebanho, a qualidade deve ser um fator importante a ser considerada, pois, o conhecimento dos fatores que influenciam a qualidade e a compreensão do impacto da variação da qualidade no desempenho animal, resultam em programas de alimentação animal mais eficientes e econômicos.

Considerando-se que existe um mercado em expansão para a comercialização de feno em nosso país, recomenda-se àqueles que irão comprar feno, que, além da análise obtida em laboratório, que o mesmo faça uma avaliação visual do feno, pois uma pode complementar a outra, no intuito de que seja pago um preço justo ao feno adquirido. No entanto, é importante registrar que, embora a avaliação visual seja importante, a análise laboratorial (química) é a melhor alternativa para determinação da qualidade do feno, pois nas definições dos padrões de qualidade são levados em consideração os valores obtidos em laboratório, conforme já reportado nas Tabelas 1 e 2. Em resumo, a análise laboratorial não faz referência a coloração, presença de bolores, dentre outros. Dentre as características visuais associadas à boa qualidade do feno, destacam-se: a) cor – o verde claro indica que o material foi colhido em

maturidade adequada e que ocorreu o mínimo de perdas de nutrientes no campo; b) odor - o feno de boa qualidade tem odor agradável; cheiro de mofo é indesejável; c) alta porcentagem de folhas, e, d) condição do feno – um feno adequadamente produzido e armazenado não apresenta excesso de umidade, temperatura elevada, presença de bolores e não é quebradiço.

Tabela 8. Utilização de diferentes forragens conservadas para vacas de leite

Autores	Tratamentos	F ¹ (%)	CMS ² (%PC/dia)	PL ³ (kg/dia)	PTN ⁴ (%)	GL ⁵ (%)
Moreira et al. (2001)	Feno de alfafa (FA)	60	3,35	20,86b	3,64	3,66
	Feno de capim coast-cross (FCC)	60	3,21	20,3b	3,20	3,61
	Silagem de milho (SM)	60	3,52	24,36 ^a	3,43	4,33
	50% FA : 50% SM	60	3,75	21,3ab	3,50	4,28
	50% FCC : 50 % SM	60	3,5	19,83b	3,49	3,88
Jobim et al. (2002)	Feno de alfafa	46	3,1	21,26	3,03	3,61
	Feno de capim tifton 85	40	3,0	21,18	2,92	3,57
	SM	40	2,8	21,24	2,96	3,64

¹F = proporção de forragem na dieta (base da matéria seca); ²CMS = consumo de matéria seca; ³PL = produção de leite; ⁴PTN = proteína no leite; ⁵GL = gordura no leite.

No mesmo trabalho, médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si (P>0,05).

É reconhecido que a forragem mais madura é menos nutritiva, pois plantas mais velhas geralmente têm menor proporção de folhas e maior proporção de caules, com mais fibra indigestível. Também, é de conhecimento geral que a qualidade não melhora após a colheita. No entanto, o processo de colheita pode reduzir a qualidade do feno, em decorrência de perda de folhas provocadas pela chuva ou pelo uso excessivo de ancinhos. Portanto, um feno de alta qualidade é o produto final de boas condições de cultivo, época adequada de colheita e bom manejo, desde a colheita até a utilização.

Perspectivas

Embora no Brasil o uso de feno como forragem suplementar para alimentação animal ainda seja restrito, existe tendência de crescimento do mesmo nas diferentes regiões do Brasil, especialmente nas regiões sul e sudeste. Isso é atribuído, em parte, à maior busca por fontes alternativas para suplementação animal com forragens conservadas, no período de entressafra de produção das forrageiras, bem como,

de mercado para comercialização de feno em franca expansão, especialmente de alfafa. Além do grande potencial de crescimento nacional de feno, o mercado global também apresenta uma alta demanda por este produto, especialmente por países como China, Japão, Emirados Árabes Unidos e Arábia Saudita que são os principais importadores de feno de alfafa no mundo. Contudo, apesar do crescimento pela demanda do feno alfafa, não se deve descartar o mercado potencial para produção de fenos produzidos com gramíneas tropicais, como aquelas do gênero *Cynodon*, em especial o capim-tifton 85, seguido pelo capim-coastcross.

Para aqueles que optarem pela produção de feno para comercialização, o primeiro passo é definir o tamanho do seu empreendimento e, portanto, a demanda de máquinas, necessidade de irrigação, dentre outros. Além disso, outro passo importante é produzir feno de qualidade para se alcançar êxito no mercado, independentemente da espécie forrageira utilizada. Uma estratégia de marketing bem planejada é necessária para se obter o melhor retorno possível, pois o preço de mercado varia muito, por geralmente ser afetado pela oferta e demanda. Enfim, embora o mercado seja promissor, os desafios são grandes e exige profissionalização e equipe capacitada nos diferentes seguimentos da cadeia de produção e comercialização de feno.

Referências Bibliográficas

ANDERSON, B.; MADERT, T. 1985. Management to minimize hay waste. <http://ianrwww.unl.edu/ianr/pubs/extnpuhs/range/g738.htm>.1985. 10/03/95.

AMIAMA, C.; BUENO, J.; PEREIRA, J. M. 2018. Advances in Silage Harvest Operations. In Advances in Agricultural Machinery and Technologies, 2018.DOI:10.1201/9781351132398-13, Cap. 13, https://www.researchgate.net/publication/329689885_Advances_in_Silage_Harvest_Operations

ATAÍDE JÚNIOR, J. R. ; PEREIRA, O. G. ; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C. ; CECON, P. R. ; FREITAS, E. V. V. Valor nutritivo do feno de tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota, em ovinos. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n.6(Sup.2), p. 2193-2199, 2000.

BALL, D.; BADE, D.; LACEFIELD, G. et al. Minimizing losses in hay storage and feeding. <http://virtual.clemson.edu/groups/agcomm/pubs/Pages/AGRO/hay.pdf>.(S/d).

BATES, G. High-quality hay production. UT Extension, SP437-A. In: <https://extension.tennessee.edu/publications/documents/sp437-a.pdf> .2007.

BELYEA, R.L.; MARTZ, F.A.; BELL, S. Storage and feeding losses of large round bales. *J. Dairy Sci.*, 68:3371-75, 1985.

BERNARDES, T. F., CARDOSO, M. S., LIMA, L. M. Silage feeding programs on intensive dairy farms. *Journal of Dairy Science*, vol. 101, suppl. 2, p. 257. 2018.

COLLINS, M.; MOORE, K.J. Postharvest processing of forages. In: *Forages: The science of grassland agriculture*, 5 ed., v.2, p.147-161, 1995.

COSTA, J.L.; GOMIDE, J.A. Drying rates of tropical grasses. *Trop. Grassl.*, 25 (4): 325-32, 1991.

FAO, IDF e IFCN. 2014. World mapping of animal feeding systems in the dairy sector. Rome. In: <http://www.fao.org/3/i3913e/i3913e.pdf>

FERRARI JR., E.F.; RODRIQUES, L.R.A.; REIS, R.A.; COAN, O.; SCHAMMASS, E. A. Avaliação do capim coast-cross para produção de feno em diferentes idades e níveis de adubação de reposição. *B. Indust. Anim.*, 50(2): 137-45, 1993.

FISHER, D.S.; BURNS, J.C.; MOORE, J.E. The nutritive evaluation of forage. In: *Forages. An introduction to grassland agriculture*. Vol. 1. Barnes, R.F.; Miller, D.A.; Nelson, C.J. (eds.) 5 ed. Iowa State University Press, Ames. Iowa. p. 105-16. 1995.

HARRIS, C.E.; TULLBERG, J.N. Pathways of water loss from legumes and grasses cut from conservation. *Grass and Forage Science*, 35(1):1-11, 1980.

HENRIQUES, L.T.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P. R.; RIBEIRO, K.G.. Degradabilidade "in situ" da matéria seca e da fibra em detergente neutro do feno de Tifton 85, em quatro idades de rebrota. In: *Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 35.v.1. 1998. Anais... Botucatu, SP. 1998. p.570-2.

JOBIM, C.C.; FERREIRA J.A.; DOS SANTOS, G.T.; CECATO, U.; DAMASCENO, J. C.. Produção e composição do leite de vacas da raça Holandesas alimentadas com fenos de alfafa e de tifton-85 e silagem de milho. *Acta Science Animal Science*, v.24, n.4, p.1039-1043, 2002.

JONES, L. The effect of stage of growth on the rate of deying of cut grass at 20 C. *Grass and Forage Science*, 34:139-44, 1979.

LACEFIELD, G. D. Alfalfa quality: what is it? what can we do about it? and, will it pay? *Proceedings of the National Alfalfa Symposium, 2004, San Diego, Califórnia*. In: <https://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/2004/04-187.pdf>

LATTIMORE, MARY-ANNE. 2008. Producing Quality Lucerne Hay. Rural Industries Research and Development Corporation, Union Offset, Canberra, 2008. In: <https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/08-101.pdf>

MACDONALD, A.D.; CLARK, E.A. Water and quality loss during field drying of hay. *Adv. In Agron.*, 41:407-37. 1987.

MAHANNA, B. Hay additive review – “where we’ve been, where we’re going”. <http://www.pioneer.com/usa/nutrition/hayddit.htm>, 1996.

McCARTNEY, D. 2005. Haying systems in North America. In: Grassland Developments and opportunities perspective. REYNOLDS, S.G., FREANE, J. eds. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome Science Publishers, INC. ISBN9789251050422, Cap.6. [https://www1.agric.gov.ab.ca/\\$Department/deptdocs.nsf/ba3468a2a8681f69872569d60073fde1/f8f3e6ea8c0a66ce87257a0d005e6c8d/\\$FILE/hayingsystemsreview.pdf](https://www1.agric.gov.ab.ca/$Department/deptdocs.nsf/ba3468a2a8681f69872569d60073fde1/f8f3e6ea8c0a66ce87257a0d005e6c8d/$FILE/hayingsystemsreview.pdf)

MENZIES, D.J.; O’ CALLAGHAN, J.R. The effect of temperature on the drying rate of grass. *J. Agric. Eng. Res.*, 16:213-22, 1971.

MOREIRA, A.L.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C.; CAMPOS, J. M. S.; SOUZA, V. G.; ZERVOUDAKIS, J. T.. Produção de Leite, Consumo e Digestibilidade Aparente dos Nutrientes, pH e Concentração de Amônia Ruminal em Vacas Lactantes Recebendo Rações Contendo Silagem de Milho e Fenos de Alfafa e de Capim-Coastcross . *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.3, p.1089-1098, 2001.

MOSER, L.E. Post-harvest physiological and preservation of forages. Moore, K.J.; Kral, D.M.; Viney, M.K. (eds). American society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. 1995.p.1-19.

NAAIC. North American Alfalfa Improvement Conference. 2017. Importance of alfalfa. In: <https://www.naaic.org/resource/importance.php>

NELSON, B. D., VERMA, L. R., MONTGOMERY, C. R. 1983. Effects of storage method on losses and quality changes in round bales of ryegrass and alfalfa hay. Louisiana Agricultural Experiment Station, Bulletin No. 750

PITT, R.E. Silage and hay preservation. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 5. Ithaca, New York. 1990. 53p.

PUTNAM, D.H., MATTEWS, W., SUMNER, D. A. Alfalfa and Grass Hay Exports on Track for Another Dramatic Increase in 2017. <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=25364>

RAYMOND, F.; SHEPPERSON, G.; WALTHAM, R. Forage conservation and feeding. 3ed., Suffolk: Farming Press, 1978. 208p.

RIBEIRO, K. G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R. Consumo e digestibilidades aparentes total e parcial de nutrientes em bovinos recebendo rações contendo

feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n.2, p. 573-580, 2001.

ROTZ, C.A. Field curing of forages. In: *Post-harvest physiology and preservation of forages*. Moore, K.J.; Kral, D.M.; viney, M.K, (eds.). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. 1995. p. 49-66.

ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: *Forage quality, evaluation and utilization*. Fahey Jr., G.C. (eds.). ASA, CSSA. Madison, Wisconsin. P.828-68. 1994.

RUFINO, L. D. A.; PEREIRA, O. G.; DA SILVA, V. P.; RIBEIRO, K. G.; DA SILVA, T. C.; FILHO, S. C. S. V. ; SILVA, F. F. . Effects of mixing *Stylosanthes* conserved as hay or silage with corn silage in diets for feedlot beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*, v. 282, p. 115-152, 2021.

SHEAFFER, C.C.; CLARCK, N.A. Effects of organic preservation on the quality of aerobically stored high moisture baled hay. *Agronomy Journal*, 67:660, 1976.

SHANAHAN, J. F.; SMITH, D. H. 1993. Hay preservation systems. <http://www.coloestate.edu/Depts/CoopExt/PUBS/CROPS/00705.pdf>.

SULLIVAN, J.T. Drying and storage as hay. In: *Chemistry and biochemistry of herbage*. Buttler, G.W.; Bailey, R.W. (eds.). v.1. Academic Press, London. p. 1-32, 1973.

UNDERSANDER, D. Harvesting impacts on forage quality. In: *Proceedings, 2006 Western Alfalfa Symposium*, Reno, NV, 2006. (<https://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/2006/06-245.Pdf>).

USDA. Agricultural Marketing Service.2003. Hay Quality Designation Guidelines. In: <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/HayQualityGuidelines.pdf>

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca: Comstock Publishing Associates, 1994. 476 p.

VILELA, D., BASIGALUP, D. H., FERREIRA, R .P. Research Priorities and the Future of Alfalfa in Latin America. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 10:109-113. 2020.

WAHLBERG, M.L. Hay as a part of a cowherd production system. <http://www.cas.psu.edu/docs/casdept/agronomy/forage/docs>, 1996.

WANG, Q.; YANG, Z. China's alfalfa market and imports: Development, trends, and potential impacts of the U.S.–China trade dispute and retaliation. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(4): 1149–1158, 2020.

ZAVALÍA G. Z.; JUAN, N.A.; BASIGALUP, D.; ODORIZZI, A.; AROLFO, V.; OLIVO, S. Tipificación del heno de alfalfa argentino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2018. In: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_tipificacion_del_heno_de_afalfa_argentino.pdf

