



Série
Produtor Rural

nº 80



Braquiárias: ecofisiologia

Paulo Roberto de Camargo e Castro

Ricardo Alfredo Kluge

Marcia Eugenia Amaral Carvalho

Marcio Souza da Silva

Raphael Denys Fava

Artur Bernardeli Nicolai

Natália Couto Salib

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Divisão de Biblioteca

Universidade de São Paulo - USP
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ
Divisão de Biblioteca - DIBD

Paulo Roberto de Camargo e Castro¹

Ricardo Alfredo Kluge²

Marcia Eugenia Amaral Carvalho³

Marcio Souza da Silva⁴

Raphael Denys Fava⁵

Artur Bernardeli Nicolai⁶

Natália Couto Salib⁷

¹ Prof. Titular – Departamento de Ciências Biológicas – ESALQ/USP – prcastro@usp.br

² Prof. Dr. – Departamento de Ciências Biológicas – ESALQ/USP – rakluge@usp.br

³ Pós-Doutoranda em Genética - ESALQ/USP - marcia198807@hotmail.com

⁴ Discente da Disciplina de Fisiologia da Produção de Cultivos – Departamento de Ciências Biológicas – ESALQ/USP – mssmarcio@usp.br

⁵ Discente da Disciplina de Fisiologia da Produção de Cultivos – Departamento de Ciências Biológicas – ESALQ/USP – raphaeldenizfava@hotmail.com

⁶ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas – ESALQ/USP – arturnicolai@usp.br

⁷ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas – ESALQ/USP – nataliasalib@usp.br

Braquiárias: ecofisiologia

Série Produtor Rural nº 80

DOI: 10.11606/9786587391434

Piracicaba

2023

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor - Prof. Dr. Carlos Gilberto Carlotti Junior
Vice-Reitora - Profa. Dra. Maria Arminda do Nascimento Arruda

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Diretora - Profa. Dra. Thais Maria Ferreira de Souza Vieira
Vice-Diretor - Prof. Dr. Marcos Milan

DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD

Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 9
13418-900 - Piracicaba - SP

biblioteca.esalq@usp.br • www.esalq.usp.br/biblioteca

Revisão e edição Eliana Maria Garcia
Fotos Paulo Roberto de Camargo e Castro
Layout Capa José Adilson Milanêz
Editoração Maria Claret Sarkis Hyppolito

Foto da capa: “Metodologia para determinação biométrica da altura periódica de braquiárias atuando como plantas invasoras do gramado central da Rodovia Régis Bittencourt, que foi controlada com pulverização dez dias após a poda mecânica, pelo retardador de crescimento etil-trinexapac, na dosagem de 5mL L⁻¹ de água.”

Dados de Catalogação na Publicação DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Braquiárias: ecofisiologia [recurso eletrônico] / Paulo Roberto de Camargo e Castro ... [et al.]. -
- Piracicaba : ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2023.
75 p. : il. (Série Produtor Rural, n. 80)

ISSN: 1414-4530

ISBN: 978-65-87391-43-4

DOI: 10.11606/9786587391434

1. Brachiaria 2. Ecofisiologia vegetal 3. Gramíneas forrageiras I. Castro, P. R. de C. e II.
Kluge, R. A. III. Carvalho, M. E. A. IV. Silva, M. S. da V. Fava, R. D. VI. Nicolai, A.B. VII. Salib, N.
C. VIII. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Divisão de Biblioteca IX. Título X.
Série

CDD 633.2

Elaborada por Maria Cristina Moura Rocha de Andrade - CRB-8/3576

Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e a autoria e respeitando a Licença Creative Commons



SUMÁRIO

1. ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA.....	5
2. CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA.....	11
3. ANATOMIA E MORFOLOGIA.....	13
4. GERMINAÇÃO E PROPAGAÇÃO VEGETATIVA.....	17
5. DESENVOLVIMENTO DAS RAÍZES.....	19
6. DESENVOLVIMENTO DE FOLHAS E COLMO.....	23
7. EFEITOS DE FATORES ECOLÓGICOS.....	29
8. RELAÇÕES HÍDRICAS.....	37
9. SOLOS, NUTRIÇÃO E MICORRIZAS.....	39
10. FOTOSSÍNTESE E TRANSLOCAÇÃO.....	45
11. FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO.....	49
12. ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO E ADAPTAÇÕES AO MEIO AMBIENTE.....	51
13. ESTRATÉGIAS PARA ALTAS PRODUÇÕES.....	55
14. EFEITOS DE REGULADORES VEGETAIS.....	61
15. SENESCÊNCIA E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS.....	63
REFERÊNCIAS.....	65

O ecossistema situado no leste da África é reconhecido por abrigar uma extensa diversidade de graminéas tropicais. De forma paralela, e sob um ponto de vista evolutivo, uma parcela dessas espécies era predada pelos grandes herbívoros africanos, o que lhes conferiu estratégias específicas a fim de conviver com a presença do pastejo. Essa grande diversidade genética vegetal, juntamente à herbivoria ao longo de sua evolução, permitiu a região tornar-se o centro de origem das principais forrageiras tropicais cultivadas no mundo (BOONMAN, 1993). Incluídas neste contexto, o gênero *Urochloa* teve sua origem em solo africano (Figura 1), tornando-se uma das espécies mais utilizadas em sistemas agropecuários ao redor do globo (FISHER; KERRIDGE, 1996).

As espécies do gênero *Brachiaria* spp. e *Urochloa* spp. têm cerca de 100 espécies que se distribuem nas regiões tropicais e subtropicais, mas principalmente na África, em áreas de baixa fertilidade do solo (RENZOIZE, 1987). Recentemente, alguns autores reclassificaram quase todas as espécies de *Brachiaria* para o gênero *Urochloa* (TORRES-GONZÁLEZ; MORTON, 2005). O gênero *Urochloa* possui sete espécies perenes de origem africana: *U. arrecta*, *B. brizantha*, *U. decumbens*, *U. dictyoneura*, *U. humidicola*, *U. mutica* e *U. ruziziensis*, que tiveram destaque de cultivo principalmente nas regiões da América tropical, Ásia e Austrália (KELLER-GREIN; MAASS; HANSON, 1996).

O centro de diversidade de *U. brizantha* ocorre nas regiões da África ocidental e sul da África tropical (Figura 1), localizada principalmente no Zaire e Zâmbia,

em regiões de pastagens abertas, assim como *U. brizantha*, as espécies *U. decumbens* e *U. ruziziensis* apresentam ocorrência natural nas regiões próximas ao Zaire e Zâmbia, além de representatividade no Quênia ocidental, Ruanda, Burundi e Uganda, de acordo com a Figura 1 (KELLER-GREIN; MAASS; HANSON, 1996).

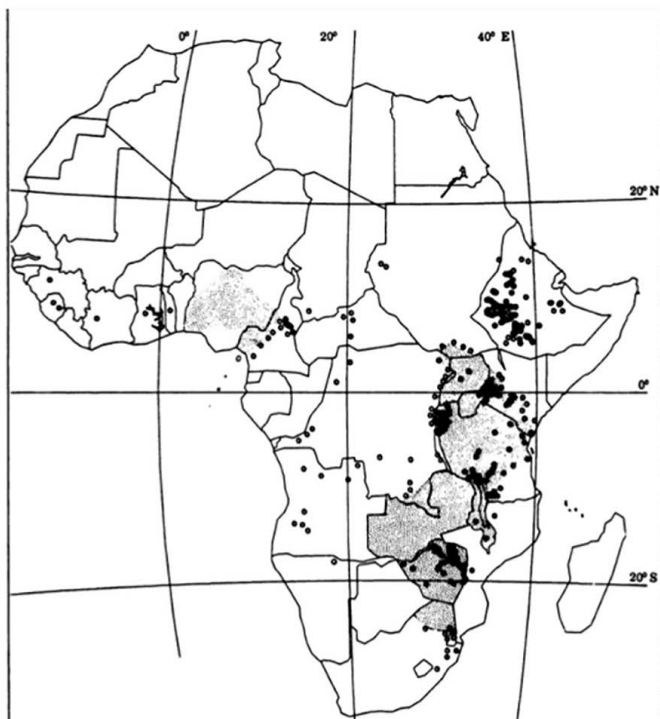


Figura 1 - Centros de origem de *Urochloa brizantha*
(Adaptado de KELLER-GREIN; MAASS; HANSON, 1996)

As espécies *B. jubata*, *B. nigropedata*, *B. humidicola* e *B. dictyoneura* tem como centro de origem o leste e sudeste da África, mas existem lacunas quanto à sua origem também na Nigéria, Sudão, Uganda, Tanzânia, Zâmbia e Moçambique. A *B. humidicola* é encontrada em regiões sazonalmente pantanosas, conforme a Figura 2 (KELLER-GREIN; MAASS; HANSON, 1996).

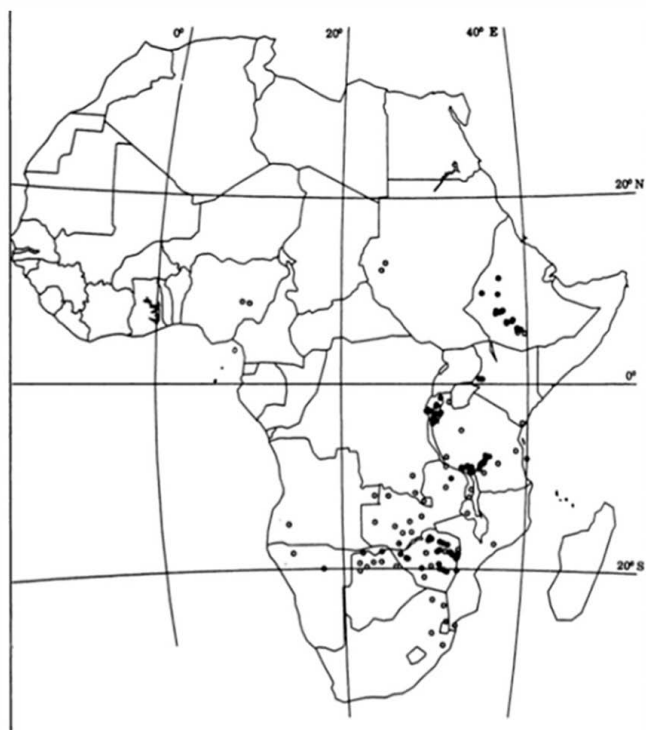


Figura 2 - Centros de origem *Urochloa jubata*, *Urochloa nigropedata*, *Urochloa humidicola* e *Urochloa dictyoneura*
(Adaptado de KELLER-GREIN; MAASS; HANSON, 1996)

Historicamente, o potencial da *Urochloa* para uso agrônômico foi reconhecido cerca de 60 anos atrás, limitando-se, na época, a uma parcela do território australiano. Com o tempo a utilização do gênero ganhou espaço em outros continentes, demarcando seu sucesso como planta forrageira (Figura 3).

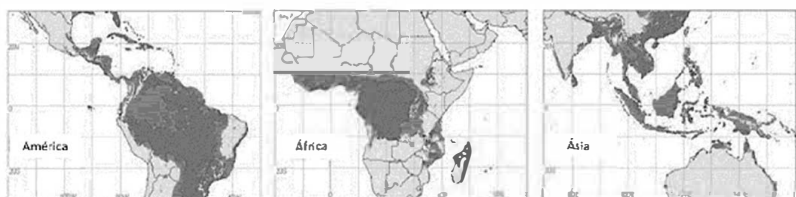


Figura 3 - Distribuição global do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) (Adaptado de CARDOSO et al., 2020).

Nesse sentido, a grande adaptabilidade da *Urochloa* aos solos pobres e ácidos, sua fácil multiplicação por sementes, boa capacidade competitiva contra invasoras, aliadas ao bom desempenho animal em comparação às espécies nativas ajudam a explicar sua rápida expansão territorial nos trópicos (FONSECA et al., 2010).

Das espécies cultivadas para produção animal, a *U. brizantha* está entre as mais utilizadas em relação a sua distribuição, tornando-se naturalizada em todo trópico úmido e sub úmido (FONSECA et al., 2010). Assim como outras gramíneas do gênero, a espécie foi amplamente encontrada em toda região tropical da África (Tabela 1).

Tabela 1. Características agrônômicas das principais espécies de *Urochloa brizantha*

ESPÉCIE	LATITUDE	ALTITUDE (mm)	CHUVA ANUAL (mm)	MESES SECOS	pH DO SOLO
<i>U. brizantha</i>	25°05'S 12°36'N	80-2310	590-2770	0-7	4,0-8,0

(Adaptado de RENVOIZE; CLAYTON; KABUYE, 1996).

A distribuição das espécies de *U. plantaginea* e *U. mutica* ocorreram pelas navegações intercontinentais no período colonial, realizadas pelo trânsito de escravos entre os continentes onde as plantas eram utilizadas como colchão nos navios negreiros (PARSON, 1972; SENDULSKY, 1978). O potencial agromômico das espécies de braquiária também contribuiu para a sua distribuição no globo (SENDULSKY, 1978).

As gramíneas do gênero *Brachiaria* e *Urochloa* são amplamente cultivadas na América tropical por apresentar fácil adaptação às condições edafoclimáticas da região (Tabela 2), segundo Botrel, Novaes e Alvim (1998). No Brasil, a espécie *Urochloa decumbens* foi introduzida oficialmente em 1952. O cultivo de outras espécies de Braquiária são representativas somente a partir de 1965, após importações de *U. brizantha* e *U. ruziziensis* para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e da Amazônia onde tiveram boa adaptação às condições do Brasil tropical (ALVIM; BOTREL; XAVIER, 2002).

Tabela 2. Características agrônômicas das principais espécies de *Urochloa*

ESPÉCIE		EXIGÊNCIA NUTRICIONAL	TOLERÂNCIA			
NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM		SECA	GEADA	SOLO MAL DRENADO	SOLO ÁCIDO
<i>U. decumbens</i>	Decumbens	Baixa	Razoável	Fraca	Fraca	Boa
<i>U. brizantha</i>	Braquiário	Média	Razoável	Fraca	Fraca	Boa
<i>U. humidicola</i>	Quicuí	Baixa	Fraca	Razoável	Boa	Muito boa
<i>U. ruziziensis</i>	Ruziziensis	Média	Fraca	Fraca	Fraca	Razoável
<i>U. dictyoneura</i>	Dictioneura	Baixa	Boa	Fraca	Fraca	Muito boa
<i>U. mutica</i>	Angola	Média	Fraca	Fraca	Muito boa	Razoável
<i>U. arrecta</i>	Tanner Grass	Média	Razoável	Razoável	Muito boa	-

(Adaptado de BOTREL; NOVAES; ALVIM, 1998).

O ecotipo denominado Marandu (*Urochloa brizantha* var. Capim Brachiaria MG4; *Urochloa brizantha* var. Capim Brachiaria MG5 Vitória; *Urochloa brizantha* var. Capim Brachiaria Marandu) foi estabelecido em 1967, na região de Ibirama no Estado de São Paulo. Posteriormente, no final da década de 70, estas forrageiras foram adquiridas pela Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias para estudos das suas características, adequando-as às diversas regiões de produção nacional (MILES; MAASS; VALLE, 1996).

Atualmente, as espécies mais cultivadas no Brasil são do gênero *Urochloa*, como: *U. decumbens*, *U. brizantha*, *U. humidicola*, *U. ruziziensis*, *U. dictyoneura*, *B. mutica* e *U. arrecta* (ALVIM; BOTREL; XAVIER, 2002).

Brachiaria (Trin.) Griseb. e *Urochloa* P. Beauv. são gêneros que contêm cerca de 100 espécies e pertencem à tribo Paniceae, subfamília Panicoideae e família Poaceae (TORRES-GONZÁLEZ; MORTON, 2005). Recentemente a maioria das espécies de *Brachiaria* foram reclassificadas para o gênero *Urochloa* (Tabela 3).

A *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster é uma gramínea forrageira amplamente utilizada em sistemas pastoris, servindo como uma importante fonte de alimento para o rebanho pecuário. Essa espécie é classificada como uma angiosperma monocotiledônea pertencente à família Poaceae e subfamília Panicoideae que atualmente foi classificada como pertencente ao gênero *Urochloa* (COOK; SCHULTZE-KRAFT, 2015). Devido à sua antiga classificação, também são tratadas sob a sinonímia *Brachiaria brizantha* ou comumente chamada de “Braquiário”.

Tabela 3. Taxonomia de espécies de Braquiária

TAXONOMIA	BANCO GENÉTICO DE ACESSOS
<i>Brachiaria bovonei</i> (Chiov.) Robyns	AY346353
<i>B. dura</i> Stapf	AY346351
<i>B. lachnantha</i> (Hochst.) Stapf	AY346345
<i>B. leersioides</i> (Hochst.) Stapf	A6346343
<i>B. nigropedata</i> (Munro ex Ficalho & Hiern) Stapf	AY346346
<i>B. subulifolia</i> (Mez) Clayton	AY346358
<i>Urochloa arrecta</i> (Hack. ex T. Durand & Schinz)	AY346348
<i>U. brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster	AY346349
<i>U. comata</i> (Hochst. ex A. Rich.) Sosef	AY346341
<i>U. decumbens</i> (Stapf) R.D. Webster	AY346350
<i>U. deflexa</i> (Shumach.) H. Scholz	AY346342
<i>U. dictyoneura</i> (Fig. & De Not.) Veldkamp	AY346354
<i>U. eruciformis</i> (Sm.) Nelson & Fern. Casas	AY346359
<i>U. humidicola</i> (Rendle) Morrone & Zuloaga	AY346355
<i>U. jubata</i> (Fig. & De Not.) Sosef	AY346356
<i>U. maxima</i> (Jacq.) R.D. Webster	AY129712
<i>U. mosambicensis</i> (Hack.) Dandy	AY346338
<i>U. platynota</i> (K. Schum.) Pilg	AY346357
<i>U. ramosa</i> (L.) T.Q. Nguyen	AY346344
<i>U. ruziziensis</i> (R. Germ. & Evrard) Crins	AY346352
<i>U. trichopus</i> (Hochst.) Stapf	AY346339
<i>U. xantholeuca</i> (Hack. ex Schinz) H. Scholz	AY346347

(Adaptado de TORRES-GONZÁLES; MORTON 2005).

3. ANATOMIA E MORFOLOGIA

As plantas pertencentes ao gênero *Brachiaria* e *Urochloa* são anuais ou perenes, cespitosas ou decumbentes e podem chegar a até 3 metros de altura, apresentando colmos que são herbáceos e podem ser prostrados ou eretos e com perfilhamentos mais intensos nos nós superiores em que estão inseridas as inflorescências. As folhas têm lâminas lineares lanceoladas, pilosas na face ventral e glabras na face dorsal, apresentando tricomas na porção apical dos entrenós e bainhas, as porções laminares são largas e longas, com pubescência somente na face inferior. As plantas apresentam caule subterrâneo do tipo rizoma que é um dos sistemas utilizados para a propagação das espécies nos diferentes ambientes, além da produção de sementes na parte aérea, de acordo com a Figura 4 (SENDULSKY, 1977).

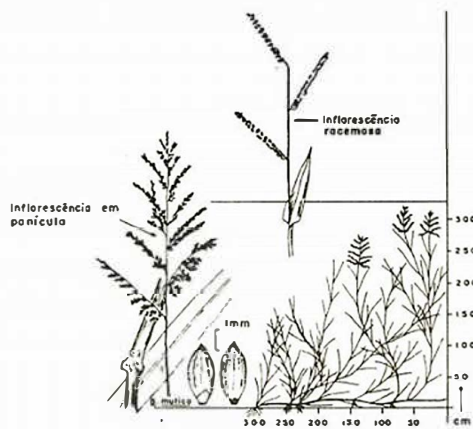


Figura 4 - Características morfológicas das plantas de *Braquiária* (Adaptado de SENDULSKY, 1977).

A inflorescência pode atingir 40 cm de comprimento contendo de 4 a 6 racemos. A panícula possui racemos com espiguetas sésseis ou subsésseis, dispostas em duas fileiras em uma ráquis achatada (SENDULSKY, 1977). O flósculo inferior da espiguetas é masculino envolto pela lema e pela pálea. Já o flósculo superior é fértil, hermafrodita ou feminino, achatado de um lado e convexo do outro. O fruto é do tipo cariopse onde é envolto pela lema e pálea e comprimida dorsiventralmente. A panícula tem de 11 a 24 cm, com 3-7 espiguetas solitárias dispostas em duas fileiras. A ráquis apresenta de 1,5 a 3,0 mm e contém tricomas. A espiguetas é glabra e obtusa com 4 a 4,6 mm de comprimento. A gluma II e lema I sobrepõem 1 mm do antécio. As flores são hermafroditas ou masculinas com 1 a 3 estames. A espiga é unilateral e a espiguetas é comprimida dorsiventralmente, biflora com o antécio terminal frutífero. As glumas caem com o antécio frutífero e são menos consistentes que as glumeras frutíferas (lema+pálea). As espécies de braquiária apresentam a gluma II e antécio hermafroditas abaxiais e a gluma I e antécio neutro adaxiais, conforme a Figura 5 (EMBRAPA, 1980).

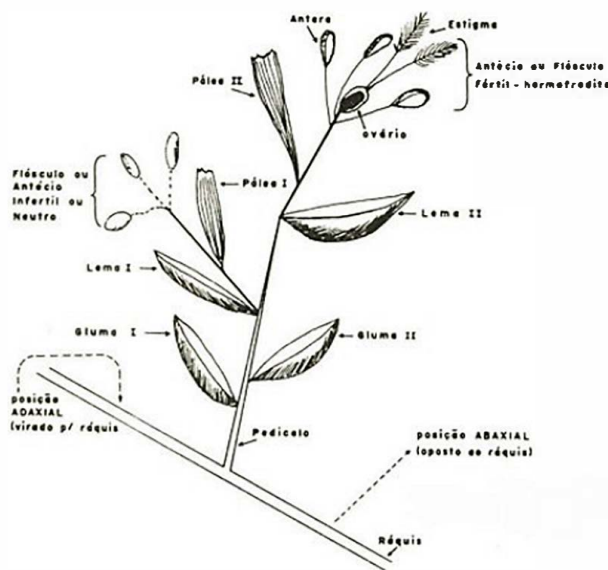


Figura 5 - Características morfológicas das inflorescências de espécies de braquiária (Adaptado de SENDULSKY, 1977).

A *U. brizantha* é uma espécie perene de porte que varia entre 1 a 1,5 m, exibindo hábito de crescimento cespitoso com colmos e pseudocolmos eretos ou sub eretos. As folhas podem ser glabras (sem pilosidade) ou pilosas e de formato lanceolado com venação em disposição paralela, variando de 5 até 40 cm de comprimento e largura de 6 até 15 mm. Uma das principais características do gênero *Urochloa* é a inflorescência na forma de espiguetas, que são dispostas em rácermos unilaterais ao longo de uma ráquis central filiforme. As espiguetas podem estar dispostas individualmente ou em pares com a gluma oposta à ráquis (Figura 6), segundo Corrêa (2019).



Figura 6 -. Características morfológicas da *Urochloa brizantha* (Adaptado de SENDULSKY, 1977).

Aspectos relacionados à anatomia da *U. brizantha* são próprias das gramíneas que realizam a via fotossintética C4, ou seja, pelo ciclo da enzima fosfoenolpiruvato-carboxilase. Assim, como importante caracterizador, destaca-se a presença da anatomia de Kranz onde os feixes vasculares são circundados por células do mesófilo em disposição radiada, dando uma conformação de coroa (LEMPP, 2014). Analisando uma série de características morfo-anatômicas da espécie, Brito e Rodella (2002) observaram que, em bainhas e lâminas folia-

res, é possível identificar feixes vasculares com tamanhos variados, sendo o maior deles envolvido por uma bainha parenquimática bastante desenvolvida, contínua e lignificada. Nos feixes de pequeno porte muitas vezes não é possível distinguir o xilema e floema, no entanto, também são envoltos por uma bainha parenquimática com células bem desenvolvidas. No mesmo estudo, em uma comparação entre as espécies *Urochloa brizantha* e *Urochloa humidicola*, foi possível observar maior lignificação nos colmos e entrenós mais espessos em *U. brizantha*, sugerindo um maior número de feixes vasculares em seus tecidos. Segundo Lempp (2014), outro aspecto importante em relação à anatomia da *U. brizantha* é a presença de sílica na epiderme foliar, que varia em grau, segundo diferentes genótipos da espécie. Segundo a autora, a presença de sílica é capaz de afetar negativamente a qualidade do material forrageiro por meio do comprometimento de sua digestibilidade.

Devido ao crescente trabalho no melhoramento genético da *U. brizantha* diversos cultivares foram desenvolvidos e são disponibilizados comercialmente. Nesse sentido, algumas características morfológicas apresentam certo grau de variação como, por exemplo, pilosidade de colmos e folhas, estatura da planta e tamanho da folha. Além disso, o manejo de desfolha, assim como as condições do ambiente, também modificam a morfologia de gramíneas forrageiras, já que seu elevado grau de adaptabilidade (plasticidade) permite com que modifiquem sua estrutura como resposta à desfolhação.

4. GERMINAÇÃO E PROPAGAÇÃO VEGETATIVA

A propagação vegetativa e por sementes são formas predominantes de multiplicação das espécies de braquiária nos diversos ambientes. O colmo apresenta reservas de amido que podem ser utilizadas como fonte energética para o processo de brotação de gemas axilares, em virtude da quebra da dominância apical (ZIMMER; EUCLIDES; MACEDO, 1988). Assim, com a introdução do segmento do colmo no solo, o estímulo da emissão de raízes e parte aérea se inicia a partir deste propágulo vegetativo, gerando uma nova planta com biótipo semelhante à planta matriz. Dessa forma, este é um método eficaz de propagação devido ao alto vigor das plantas obtidas, que apresentam alta habilidade competitiva com as demais espécies nos diversos ecossistemas. O uso de touceiras é também uma das técnicas muito utilizadas para a propagação vegetativa das espécies de braquiária, tendo alto índice de pegamento e vigor de plantas (BOGDAN, 1977).

As espécies de braquiária podem ser propagadas por sementes, entretanto, estas apresentam dormência significativa devido à impermeabilidade das peças florais que envolvem firmemente a cariopse. A dormência é uma estratégia de perpetuação fitogeográfica da espécie para suportar condições bióticas e abióticas adversas ao seu crescimento e desenvolvimento (BOGDAN, 1977).

O processo de germinação pode ser melhorado com a utilização da escarificação química utilizando o ácido sulfúrico concentrado por 15 a 20 minutos, seguida de lavagem com água e posterior imersão na solução de

nitrato de potássio que é a forma mais efetiva para quebra de dormência das sementes de braquiária (GARCIA; CÍCERO, 1992).

Todas as espécies de *Urochloa* podem ser propagadas por sementes ou pela via vegetativa. No entanto, levando em consideração o momento da formação do pasto, apenas a propagação por sementes é considerada como realmente viável (HOPKINSON et al. 1996). Nesse sentido, a qualidade da semente é de extrema importância para o sucesso da implantação e estabelecimento da planta, sendo essencial a utilização de sementes vigorosas e com elevado potencial de germinação. A dormência das sementes também é bem acentuada na espécie, podendo ser contornada por meio do tratamento químico (HOPKINSON et al., 1996).

Após o estabelecimento, plantas de *U. brizantha* propagam-se principalmente pela via vegetativa, a partir do perfilhamento contínuo originado pela ativação de gemas laterais ou basais de perfilhos mais velhos. Este processo é importante, pois em gramíneas o perfilho é considerado a unidade vegetativa básica (HODGSON, 1990), que deve ser constantemente substituído quando morto ou decapitado pelo pastejo (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). Neste contexto, a variação populacional de perfilhos no dossel tem importante papel na persistência do pasto, sendo esta variação modificada por processos concomitantes de aparecimento e morte de plantas individuais. De forma complementar, por sua vez, as taxas de aparecimento e morte de perfilhos são controladas por fatores do ambiente e manejo como: quantidade de luz, água, nutrientes (especialmente nitrogênio), estágio de desenvolvimento da planta (SBRISSIA, 2004) e estratégia de desfolhação adotada.

Levando em consideração os custos elevados relacionados ao procedimento de renovação de pastagens degradadas, que envolvem a necessidade de preparo do solo, adubação, controle de invasoras e ressemeadura, a estratégia mais interessante seria perenizar pastos formados por *U. brizantha* a partir do manejo que estimule o perfilhamento contínuo da planta.

5. DESENVOLVIMENTO DAS RAÍZES

As raízes de braquiárias em geral são fibrosas, com tamanho do sistema radicular dependente de fatores genéticos, ambientais e do manejo. Em geral, as gramíneas que são capazes de produzir o maior crescimento da parte aérea também são capazes de produzir o maior crescimento das raízes. A proporção de raízes para a parte aérea varia em cerca de 2,5 vezes no caso de *U. brizantha* (AMARAL et al., 2012).

Os fatores do solo que influenciam o crescimento das raízes são: umidade, temperatura, estrutura, profundidade, fertilidade e reação química. A umidade do solo, geralmente, tem o maior efeito na profundidade da raiz. Em solos rasos, os sistemas radiculares são menos profundos; em solos úmidos, profundos e bem maiores, mostrando-se mais desenvolvidos (AMARAL et al., 2012).

Gramíneas diferem amplamente em sua capacidade de crescer em solo saturado e mal arejado. O excesso de umidade inibe o crescimento das raízes da maioria das gramíneas, exceto aquelas adaptadas aos pântanos. Como exemplo, são indicadas as braquiárias, que possuem sistema radicular de rápido estabelecimento. Estas espécies são adaptadas às condições edafoclimáticas que ocorrem em regiões de clima tropical (SALTON; TOMAZI, 2014).

A temperatura do solo afeta o crescimento das raízes. Em geral, as gramíneas perenes nativas têm crescimento ativo das raízes no outono até as geadas, crescimento muito lento no inverno e crescimento ativo novamente na primavera, até a floração. Após a

floração, o crescimento diminui durante o verão, quando as temperaturas do solo são altas (LEITHEAD et al., 1971).

A quantidade e a frequência de remoção da parte aérea por pastoreio ou ceifa tem uma influência marcante no crescimento das raízes. Segundo Crider (1955), a proporção de raízes que param de crescer varia de acordo com a proporção de crescimento da parte aérea que é removida. À medida que se reduz a parte aérea, menor é o crescimento do sistema radicular porque a área foliar remanescente e, conseqüentemente, a atividade fotossintética, é reduzida e o crescimento do sistema radicular é comprometido na mesma proporção (Figura 7).

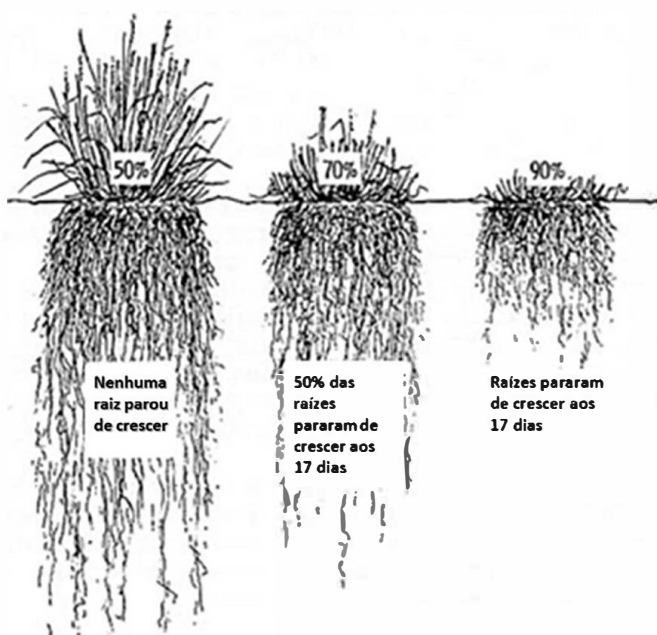


Figura 7 - Desenvolvimento de raiz em relação a remoção da parte aérea de braquiárias (Adaptado de LEITHEAD et al., 1971).

A *U. brizantha* apresenta sistema radicular do tipo fasciculado e de rápido estabelecimento, não sendo possível fazer a distinção entre as raízes primárias e secundárias. Em gramíneas, o desenvolvimento do sistema radicular apresenta duas etapas: (1) raízes seminais, que têm sua origem no embrião e com vida curta; (2) formação das raízes adventícias, que substituem as raízes embrionárias, aumentando significativamente o número de ramificações. As raízes adventícias originam-se dos primeiros nós basais que estão em contato com o solo e representam o sistema permanente de raízes da *U. brizantha* (BUENO; HERLING; PEREIRA, 2016).

O sistema radicular realiza diversas funções essenciais para o desenvolvimento vegetal, sendo elas a absorção de água e nutrientes, sustentação, reservatório de carboidratos e nitrogênio. Portanto, a formação de um sistema radicular vigoroso é essencial para que a planta seja capaz de suportar situações de estresse do ambiente como invernos rigorosos e veranicos. Adicionalmente, o desenvolvimento radicular é dependente das características físicas do solo, umidade, nutrientes e manejo da pastagem. É importante destacar que o sistema radicular de plantas forrageiras sofre alterações bruscas dependendo da frequência e severidade do pastejo, desta forma, alterações significativas no índice de área foliar devido à desfolhação pode cessar o desenvolvimento radicular ou até mesmo consumi-lo para que seja possível a rebrota do dossel (SALTON; TOMAZI, 2014; CUNHA et al., 2010).

6. DESENVOLVIMENTO DE FOLHAS E COLMO

As folhas em gramíneas forrageiras são produzidas de forma contínua pelo meristema apical dos perfilhos, sendo possível caracterizá-las segundo o respectivo ciclo de vida em que se encontram. São elas: (1) folhas em expansão; (2) folhas emergentes, que apresentam a lâmina foliar visível (3) folhas completamente expandidas, que apresentam máximo desempenho fotossintético e (4) folhas em senescência. As folhas se formam a partir dos primórdios foliares, que juntamente da bainha foliar, nó, entrenó e gema constituem os fitômeros, que são as unidades de crescimento das gramíneas (PEDREIRA; MELLO; OTANI, 2001). Em perfilhos de *U. brizantha* em estado vegetativo e na ausência de competição por luz o desenvolvimento de colmo verdadeiro é menos pronunciado, contando com maior proporção de pseudocolmo (bainha das folhas).

O desenvolvimento de folhas e colmo em plantas de *U. brizantha* são inerentes aos processos morfogênicos de gramíneas forrageiras tropicais. Por definição, a morfogênese modula a maneira como a planta expande seus tecidos no espaço, determinando a forma como o dossel ocupará o ambiente (CHAPMAN; LEMAIRE, 1996). As características morfogênicas são intrínsecas à natureza genética da planta e respondem de forma intensa às condições do ambiente, como intensidade luminosa, água, nutrientes e temperatura. As principais características morfogênicas nas gramíneas tropicais são: taxa de alongamento foliar (TAF), taxa de aparecimento foliar (TAP), tempo de vida da folha (TVF) e alongamento do colmo (ALC). A intera-

ção entre as características morfogênicas, aliadas ao efeito do ambiente no pasto, condicionam à uma determinada expressão fenotípica, que é traduzida pela característica estrutural do dossel forrageiro. Essa estrutura, fruto de tais interações, é manifestada por quatro elementos principais à nível de indivíduo (perfilho) e população, sendo elas: número de folhas vivas por perfilho (NFP), tamanho da folha (TF), densidade populacional de perfilhos (DPP) e a relação folha/colmo.

Assim, a integração entre as características estruturais do dossel, como produtos das interações morfogênicas, determina a maneira pela qual a planta arquiteta seu índice de área foliar (IAF). Além disso, a importância do IAF reside em sua relevância na interceptação luminosa e na produção de fotoassimilados. Modificações na intensidade luminosa, assim como em sua qualidade, alteram as taxas dos processos morfogênicos, podendo levar a diferentes proporções na relação entre folha e colmo. Em ambientes com elevada competição por luz, por exemplo, plantas de *U. brizantha* elevam o extrato foliar por meio do alongamento prioritário de colmo verdadeiro, diminuindo assim o valor nutritivo da forragem consumida pelo animal (Figura 8).

O colmo de uma gramínea consiste de nós e entrenós. Os nós são sólidos e geralmente maiores que o restante do colmo. Os entrenós, a parte do caule entre dois nós, são geralmente ocos. A anatomia das espécies *Brachiaria* e *Urochloa* seguem esse padrão das gramíneas, apresentando de forma simplificada um caule do tipo oco com contorno externo ovalado, côncavo em um dos lados, conforme a Figura 8 (BRITO; RODELLA, 2002).

O hábito de crescimento de uma gramínea é basicamente a forma que a parte vegetativa da planta se desenvolve e é um quesito muito importante a ser analisado na implantação de uma pastagem, uma vez que pode influenciar diretamente na alimentação dos animais que irão ocupá-la. São basicamente quatro tipos de crescimento que existem em gramíneas forrageiras: decumbente, estolonífero, em touceiras e rizomatosas (BRITO; RODELLA, 2002).

As plantas de crescimento estolonífero possuem crescimento rasteiro e se multiplicam por estolões. Esses estolões são ramos que vão avançando hori-

zontalmente rente ao solo. Plantas com esse tipo de crescimento costumam, em boas condições, fechar a área por completo, não deixando espaços entre as plantas. O exemplo mais comum de crescimento estolonífero é da *Urochloa humidicola* (EMBRAPA, 2004).

O crescimento decumbente é caracterizado por um bom desenvolvimento inicial das plantas que acabam se prostrando ao solo e fechando por completo. O exemplo mais conhecido de planta que apresenta esse hábito de crescimento é a *Urochloa decumbens* (EMBRAPA, 2004).

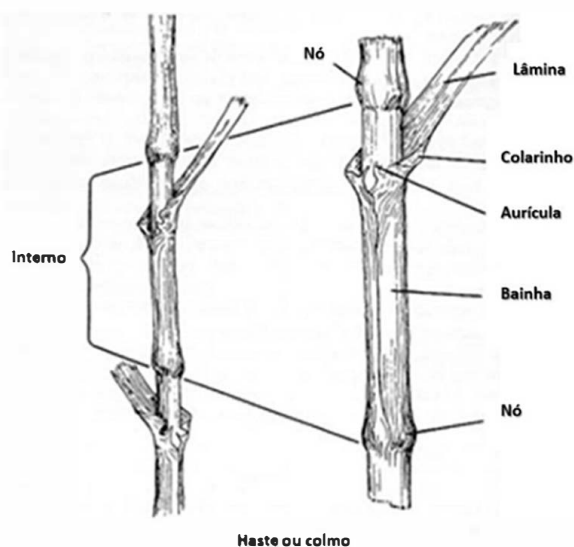


Figura 8 - Caule de espécies de braquiária (Adaptado de LEITHEAD, 1971).

As plantas com desenvolvimento em touceiras tendem a crescer verticalmente e costumam deixar o solo à mostra. Essa característica faz com que essas plantas não sejam recomendadas para áreas com grande declividade, pois a possibilidade de ocorrer erosão é maior do que se utilizar as plantas de hábito estolonífero ou decumbente. A grande vantagem deste hábito de crescimento é que normalmente as plantas apresentam grande produção de parte aérea. As gramíneas mais conhecidas que apresentam crescimento em touceiras são o Brizantão (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) e a Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça), segundo EMBRAPA (2004).

O hábito de crescimento rizomatoso é muito parecido com o estolonífero, porém os estolões crescem no subsolo. Os rizomas se deslocam horizontalmente, enraizando e fechando por completo a área. A gramínea mais conhecida que apresenta crescimento rizomatoso é a *Urochloa ruziziensis* (EMBRAPA, 2004).

As folhas de espécies de braquiária são geralmente apresentadas em nós ao longo do caule em duas fileiras. As folhas de gramíneas possuem três partes principais: lâmina, bainha e ligela. Outras partes são coleira e aurícula. A lâmina, parte expandida da folha, pode ser caracterizada em: plana, em forma de V ou dobrada, involuta (enrolada para dentro), filiforme ou quilhada (Figura 9).

As folhas são glabras até pubescentes, com bainhas roliças e pouco persistentes; as lâminas foliares são agudas, com 5 a 30 cm de comprimento e 0,6 a 1,6 cm de largura, cartilágineo-marginadas e ciliadas. Também possuem folhas com bainhas bem mais curtas que os entrenós; lâminas foliares ascendentes, linear-lanceoladas, subagudas, com 6 a 11 cm de comprimento e 1,0 a 1,2 cm de largura, com margens espessadas e serrilhadas (BRITO; RODELLA, 2002). Em secção transversal, a anatomia da bainha tem aspecto semicircular, onde as margens ficam parcialmente sobrepostas, envolvendo totalmente o caule (BRITO; RODELLA, 2002).

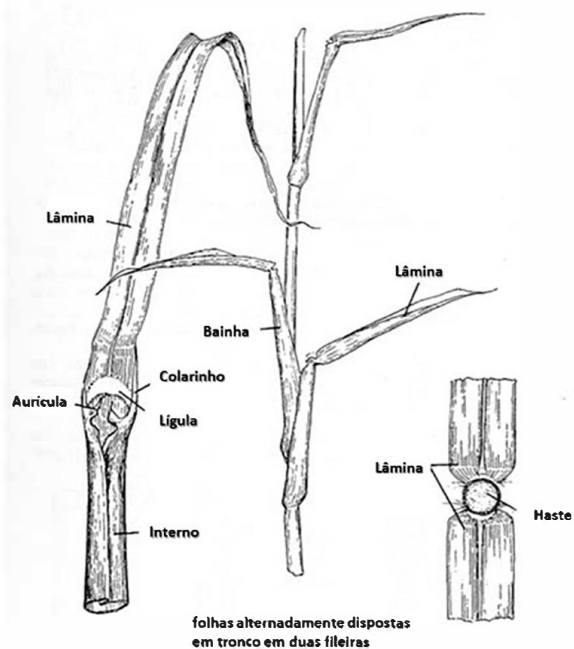


Figura 9 - Estruturas da folha de espécies de braquiária
(Adaptado de LEITHEAD, 1971).

7. EFEITOS DE FATORES ECOLÓGICOS

O processo de crescimento da *U. brizantha* exhibe variações de comportamento discrepantes ao longo do ano, sendo demarcado por um período de maior produtividade (primavera/verão) e outro de desenvolvimento limitado (outono/inverno). Conceitualmente, essa variação é definida como estacionalidade de produção, sendo causada pela interação das respostas fisiológicas da planta em relação ao ambiente onde está inserida. Portanto, a compreensão do comportamento estacional da *Urochloa* se torna importante para o planejamento do sistema de produção, servindo como uma ferramenta a fim de traçar estratégias que equilibrem as relações entre oferta de forragem e demanda de alimento pelo animal ao longo do ano. Por ser uma espécie adaptada ao clima tropical e por apresentar via fotossintética C4, a *Urochloa brizantha* expressará maior potencial de desenvolvimento em regiões de clima mais quente, com subsequente queda em crescimento em condições de temperaturas mais baixas (Figuras 10 e 11).

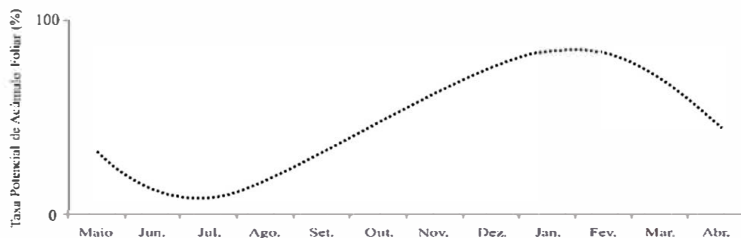


Figura 10 - Aproximação da taxa potencial de acúmulo foliar em porcentagem de três cultivares de *U. brizantha* por três anos experimentais consecutivos em Campo Grande (MS) (Adaptado de EUCLIDES et al., 2008)

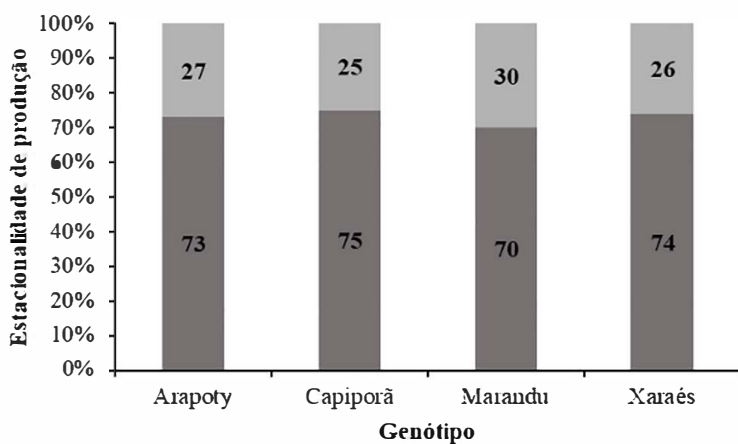


Figura 11 - Distribuição estacional da produção anual de forragem de quatro genótipos de *Urochloa brizantha* (Adaptado de LARA, 2011)

Além de influenciar no potencial produtivo da planta, as condições do ambiente também são determinantes da qualidade da forragem, que é responsável pela geração do desempenho animal. Nesse contexto, o ambiente pode alterar a qualidade da forragem de duas formas, sendo elas: (1) diminuição do valor nutritivo, por meio da alteração na proporção de proteína bruta, fibra, açúcares e lignina no material forrageiro e; (2) potencial de consumo, devido às alterações da estrutura do dossel que limitem o comportamento digestivo do animal (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2013). Um cenário comum, a fim de ilustrar esse processo, pode ser relacionado com o manejo da desfolha das plantas sob regime de dias fixos, que não é eficiente em controlar a estrutura do pasto segundo às diferentes condições do ambiente, resultando em uma degradação da qualidade do pasto devido à formação excessiva de colmo e material morto.

Dentre os fatores ambientais determinantes da produção e qualidade da forragem, a temperatura, radiação solar e disponibilidade hídrica são considerados os mais importantes.

A temperatura apresenta grande influência no metabolismo vegetal, provocando efeitos imediatos sobre processos bioquímicos (respiração e fotossíntese), físicos (transpiração) e morfogênicos da planta forrageira (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2013). Assim, ela é considerada um importante componente na estacionalidade de produção, como também, na qualidade da forragem da *U. brizantha*.

Sob o ponto de vista da produção, identifica-se um intervalo de temperatura em que o metabolismo da planta é mais intenso, podendo ser retardado ou até mesmo interrompido quando limites máximos ou inferiores são ultrapassados. Como a *U. brizantha* é uma espécie adaptada ao clima tropical, a temperatura ótima para seu desenvolvimento se encontra no intervalo entre 25 e 35°C. Por outro lado, quando exposta às temperaturas na faixa de 10 a 15°C seu crescimento pode ser minimizado ou até mesmo completamente interrompido (LARA, 2011). A produção de folhas, componente principal para a fotossíntese e pelo consumo animal, também é fortemente influenciada pela temperatura. O uso de fotoassimilados pelos meristemas foliares é determinado diretamente

pela temperatura do ambiente, influenciando as taxas de divisão e expansão celular e modulando, nesse sentido, as taxas aparecimento e alongamento das folhas (características morfológicas).

Levando em consideração a qualidade do material forrageiro, aumentos na taxa de lignificação e espessamento da parede celular, são processos que ocorrem em ambientes de temperaturas mais elevadas. Além disso, devido a maior atividade metabólica, o conteúdo de metabólitos (carboidratos não-estruturais e proteínas) tende a diminuir, devido seu consumo acelerado para sustentar o crescimento vegetal. Desta forma, a degradabilidade da matéria seca sofre uma queda drástica, devido a conversão de produtos fotossintéticos em celulose e lignina, que ainda pode ser agravado devido o alongamento excessivo de colmo em relação a presença de folhas (diminuição da relação folha: colmo) (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2013). No entanto, o manejo do pasto impede a redução da qualidade da forragem, produzindo, assim, alimento capaz de gerar desempenho e produtividade elevados.

As plantas realizam a fotossíntese para produção de açúcares, que são utilizados para o desenvolvimento e manutenção do tecido vegetal. Portanto, a radiação solar é a fonte de energia necessária para que essa complexa cadeia de reações ocorra. Por sua vez, a energia luminosa é captada pela planta por meio do seu dossel forrageiro, sendo diretamente influenciada pelo índice de área foliar do pasto (IAF). Pastagens com grande proporção de folhas em relação ao colmo são mais eficientes em captar a luz incidente, sendo assim, mais produtivas. A luz promove o acúmulo de açúcares e estimula a síntese de aminoácidos, que resulta na produção de carboidratos não estruturais e proteína, podendo gerar, desta forma, aumento no valor nutritivo da forragem de *U. brizantha* (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2013). Normalmente, ambientes de climas tropicais e subtropicais são caracterizados por apresentarem elevados índices de radiação, não representando, desta forma, um fator limitante do crescimento vegetal. No entanto, em épocas do ano em que a radiação incidente é menos elevada, a produção da *U. brizantha* é reduzida, entrando em um processo estacional (SOUZA, 2017).

A água é de grande importância para os organismos vegetais, constituindo a matriz onde ocorre grande parte das reações bioquímicas essenciais à vida, correspondendo entre 80 a 95% da massa dos tecidos vegetais em crescimento. Adicionalmente, é essencial para o transporte de solutos, turgescência celular, fechamento estomático e desenvolvimento radicular (TAIZ et al., 2017). A necessidade de água varia entre os cultivares de *U. brizantha* de acordo com as condições climáticas e edáficas, já que a radiação solar, a temperatura, a umidade relativa do ar e velocidade do vento são fatores que afetam a perda de água pela planta (BUENO; HERLING; PEREIRA, 2016).

Dentre as variáveis climáticas que geram efeitos ecológicos nas gramíneas, estão alguns parâmetros ambientais, essenciais e necessários, cujos valores precisam ser conhecidos, para o entendimento do efeito do clima nas plantas. Fatores como, fluxo de radiação incidente, temperatura do ar e umidade relativa, estão entre os parâmetros que afetam substancialmente o desenvolvimento das gramíneas (RODRIGUES; RODRIGUES, 1987).

O efeito da radiação é o determinante básico do crescimento das plantas através das ações sobre a fotossíntese e outros processos fisiológicos, como a transpiração e a absorção de nutrientes. A absorção e a utilização fotossintética da energia radiante pela comunidade vegetal estão relacionadas com a quantidade de energia recebida pelas folhas de forma individual, e pelas plantas como um todo. Num determinado instante, os elementos fotossintéticos da comunidade de plantas compreendem uma série de estruturas de diferentes idades que estão sujeitas não somente aos efeitos do clima, mas também a outras restrições do ambiente, como o sombreamento, que aumenta com o desenvolvimento da pastagem. Muito embora altas taxas de fotossíntese possam ser observadas numa folha individualmente, o uso mais eficiente da energia é atingido pela planta como um todo (RODRIGUES; RODRIGUES, 1987).

Espécies C3 saturam-se de luz sob intensidades luminosas mais baixas do que espécies C4. Respostas de plantas à radiação podem ser divididas entre aquelas relativas à qualidade, densidade ou duração. A radiação solar interfere no crescimento ainda pela variação estacional que ocorre durante o ano. Em

competição por luz haverá tolerância ao sombreamento ou maior capacidade em sombrear plantas vizinhas. A maioria das forrageiras tropicais são plantas de sol e não apresentam de tolerância desenvolvida ao sombreamento, devendo apresentar redução no crescimento nessas condições (RODRIGUES; RODRIGUES; REIS, 1993).

A fotossíntese pode ser vista em função do tamanho do sistema fotosintético e da eficiência da unidade de superfície verde. Assim, na pastagem, as características da arquitetura foliar da comunidade vegetal determinam a quantidade de luz interceptada por unidade de área foliar, o que resulta em alto coeficiente de extinção sob condições de sombreamento (RODRIGUES; RODRIGUES; REIS, 1993).

Já a temperatura atua na reprogramação de vias metabólicas que são catalisadas por enzimas. Com isso, taxas de crescimento e acúmulo de matéria seca, além de diversos outros processos, irão variar com a modificação da temperatura. A temperatura ótima depende do estágio de desenvolvimento da planta (mais baixa para crescimento vegetativo do que para o reprodutivo), bem como a parte da planta considerada (mais baixa para o sistema radicular do que para parte aérea), segundo Pedreira, Nussio e Silva (1998).

O crescimento em geral é mais sensível às temperaturas baixas do que a fotossíntese, o que pode permitir o acúmulo de fotoassimilados em órgãos de reserva quando o crescimento é reduzido. A respiração é extremamente responsiva à temperatura e temperaturas altas podem restringir o acúmulo de reservas, taxas de crescimento, acúmulo de forragem e a própria sobrevivência da planta forrageira (PEDREIRA; NUSSIO; SILVA, 1998).

A baixa capacidade de aclimação em gramíneas tropicais pode ser devida à sua incapacidade de produzir novas folhas sob baixas temperaturas. Na verdade, o potencial de produção mais elevado apresentado pelas espécies C4 em baixa latitude é praticamente eliminado entre 40 e 50° de latitude (RODRIGUES; RODRIGUES; REIS, 1989).

Estes fatores afetam principalmente a parte aérea das plantas, sendo essencial o conhecimento da umidade do solo e também a precipitação. Em cada

uma destas situações climáticas há a transferência contínua de energia entre a planta e todo o ambiente que a circunda. Se ocorrer muita transferência de energia a uma planta em um dia ensolarado, ela pode ter uma temperatura acima da encontrada no ambiente externo, mas se possui um eficiente mecanismo de perda d'água, pode amenizar ou manter a temperatura (PEDREIRA; NUSSIO; SILVA, 1998).

Uma grande quantidade de água passa pela planta durante a estação de crescimento e somente uma fração muito pequena é usada no processo metabólico, sendo perdida pela transpiração para a atmosfera, através dos estômatos (SMITH, 1975). A necessidade de água varia entre as espécies e de acordo com as condições climáticas e edáficas. A radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento são fatores que afetam a perda de água pela planta.

A produção de carboidratos solúveis pela fotossíntese e a translocação desses carboidratos na planta sob estresse hídrico estão na dependência, respectivamente, da abertura e fechamento dos estômatos e da atividade dos drenos metabólicos (EMBRAPA, 2004).

Portanto, o conhecimento dos mecanismos fisiológicos de resposta às condições de estresse por déficit hídrico poderá auxiliar no desenvolvimento de gramíneas forrageiras mais eficientes no uso da água. A baixa umidade no solo é fator que causa menor produção ou até mesmo a morte das plantas (PEZZOPANE et al., 2015).

Tabela 4. Massa seca de parte aérea, raízes, haste e folhas de plantas de quatro acessos de *Urochloa brizantha* submetidas ao estresse hídrico

GÊNÓTIPO	ESTRESSE	TESTEMUNHA	MÉDIA	ESTRESSE	TESTEMUNHA	MÉDIA
	-----Massa seca parte aérea (g vaso ⁻¹)-----			-----Massa seca de raiz (g vaso ⁻¹)-----		
Piatã	5,8±0,4	10,6±0,7	8,2 ^a	5,9±2,0	5,5±1,0	5,7 ^a
Paiguás	7,9±0,3	15,4±1,0	11,7 ^A	6,0±0,5	7,8±0,9	6,9 ^a
Marandu	7,1±0,3	13,3±1,5	10,2 ^{AB}	6,8±0,4	10,3±1,4	8,5 ^a
Xaraés	6,9±0,2	12,9±0,5	10,0 ^{AB}	5,4±0,6	11,1±1,6	8,2 ^a
Média	6,9 ^b	12,7 ^a		6,2 ^b	8,4 ^a	
	-----Massa seca haste (g vaso ⁻¹)-----			-----Massa seca de folha (g vaso ⁻¹)-----		
Piatã	2,6±0,2	4,7±0,2	5,6 ^c	3,2±0,2	6,0±0,5	4,6 ^a
Paiguás	3,7±0,1	6,4±0,4	5,1 ^A	4,2±0,2	9,0±0,7	6,6 ^a
Marandu	3,3±0,1	5,8±0,6	4,6 ^{AB}	3,8±0,2	7,5±0,9	5,7 ^{AB}
Xaraés	3,1±0,2	5,4±0,2	4,3 ^{BC}	3,8±0,1	7,5±0,3	5,6 ^{AB}
Média	3,1 ^b	5,4 ^a		3,7 ^b	7,2 ^a	

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Adaptado de PEZZOPANE et al., 2015)

A utilização da irrigação, em certas condições, é uma estratégia interessante a fim de diminuir os efeitos da estacionalidade de produção na *U. brizantha*, já que oferece água para a pastagem em climas secos ou períodos sazonais do ano. Assim, a irrigação pode equilibrar a produção de forragem entre as estações de verão e inverno e, adicionalmente, estar associada à alta produtividade animal, contanto, obviamente, que a temperatura e radiação solar não sejam fatores limitantes. A quantidade de água consumida varia segundo características morfofisiológicas da planta e manejo, como, por exemplo, tempo de rebrotação e área foliar (SOUZA, 2017). A presença da água é crítica para o sucesso da germinação, emergência e perfilhamento da *U. brizantha* (SANTOS et al., 2012), podendo haver variações segundo o cultivar escolhido e o manejo adotado.

O gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) apresenta grande adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade (MALAVOLTA; PAULINO, 2002). Segundo Rao, Kerridge e Macedo (1996), essa adaptação pode ser resultado das seguintes características do gênero: (1) crescimento de raízes à custa do crescimento do dossel, (2) aquisição e utilização de ambas as formas de nitrogênio (nitrato e amônia), (3) aquisição de N por meio de associação com microrganismos, (4) aquisição de fósforo por meio de um sistema radicular extenso e pela associação de micorrizas e (5) aquisição de cálcio por meio de um sistema radicular extensamente ramificado. Reconhecendo o potencial da *Urochloa* para os solos pobres e ácidos, os mesmos autores destacam a ampla utilização do gênero em sistemas extensivos, em que a disponibilidade de nutrientes no solo nunca é suficiente para o máximo potencial da forrageira. Como consequência, as plantas sempre estão em um estado de compensação, pelos estresses impostos pelo estado nutritivo do ambiente, diminuindo o potencial produtivo da espécie, valor nutritivo da forragem e, em casos mais graves, levando a um estado de degradação do pasto.

Revisando sobre os requerimentos nutricionais do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), Rao, Kerridge e Macedo (1996) destacam alguns aspectos importantes para espécie *U. brizantha*:

A produtividade de plantas forrageiras é diretamente relacionada com o suprimento de nitrogênio ao longo do ciclo produtivo. Em comparação com as outras espécies de *Urochloa*, a *U. brizantha* é a mais respon-

siva à aplicação de adubos nitrogenados. No entanto, quando o suprimento de nitrogênio não é adequado, sua produção de matéria seca é a mais afetada negativamente (Tabela 5). Diferentemente de algumas espécies de *Urochloa*, a *U. brizantha* cv. Marandu é capaz de utilizar apenas uma pequena quantidade de nitrogênio amoniacal do solo, dependendo mais intensamente da forma de nitrato (CASTILLA; JACKSON, 1991).

Tabela 5. Efeito da aplicação nitrogenada na matéria seca anual e concentração de proteína bruta em diferentes espécies de *Urochloa* em dois anos experimentais

ESPÉCIE	MATÉRIA SECA (t/ha) SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO (kg/ha)			PROTEÍNA BRUTA (%) SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO (kg/ha)		
	0	75	150	0	75	150
<i>U. brizantha</i>	5,99 Cc	10,67 Ba	16,83 Aa	7,6	10,6	13,4
<i>U. decumbens</i>	7,82 Ca	10,63 Ba	13,91 Ab	7,5	10,2	13,2
<i>U. humidicola</i>	6,67 Cb	9,26 Bb	9,26 Ac	6,9	9,0	11,7
<i>U. ruziziensis</i>	7,32 Cab	9,42 Bb	9,42 Ac	7,7	10,5	12,7

(Adaptado de RAO; KERRIDGE; MACEDO, 1996)

O fósforo é o principal nutriente limitante para a produtividade da *Urochloa* em solos ácidos. Mesmo que o solo não seja pobre em fósforo, caso não haja procedimentos de correção, o nutriente ficará indisponível para utilização da planta. A aquisição de fósforo pela *Urochloa* pode ser melhorada por sistemas radiculares que promovam maior área de contato com o solo, habilidade de utilização de formas orgânicas e inorgânicas de fósforo e associação com micorrizas vesiculares arbusculares (MVA). A inoculação com MVA pode reduzir a necessidade de fontes externas de fósforo, tornando a planta mais eficiente em sua utilização e aumentando a produção de forragem (Tabela 6).

Tabela 6. Efeito da inoculação de micorriza vesicular arbuscular (MVA) na produção de matéria seca e na porcentagem do P utilizado no solo para diferentes espécies de *Urochloa* (I= inoculado; ND = não inoculado)

ESPÉCIE	PESO SECO DA PARTE AÉREA (g/VASO)		PESO SECO DO SISTEMA RADICULAR (g/VASO)		PORCENTAGEM DE P UTILIZADO NO SOLO	
	I	ND	I	ND	I	ND
<i>U. brizantha</i>	4,84	0,30	2,07	0,18	17,3	1,6
<i>U. decumbens</i>	4,68	0,28	2,57	0,21	24,8	1,6
<i>U. humidicola</i>	5,19	1,27	2,82	0,85	27,8	7,1

(Adaptado de RAO; KERRIDGE; MACEDO, 1996)

É comum no território brasileiro que os solos ácidos contenham proporções elevadas de alumínio em sua solução. A alongação de raízes é sensível à presença de alumínio, afetando negativamente a densidade de comprimento radicular (DCR) da *U. brizantha*. Tal resposta aponta a necessidade de procedimentos que resultem na correção do solo em camadas superficiais e subsuperficiais para a boa condução da cultura.

A deficiência dos principais nutrientes para o desenvolvimento da *U. brizantha* causa grande comprometimento da produção. Nesse sentido, é importante identificar os sintomas quando a planta não está nutrida adequadamente (Tabela 7).

A combinação entre tipos de solos, nutrição mineral e cultivos para a biota do solo, como as micorrizas, promove condições ambientais favoráveis a altas produtividades e a manutenção de sistemas produtivos menos sujeitos a degradações do solo, evitando erosão, lixiviação e perdas excessivas de nutrientes. A microbiota desempenha papel importante no estabelecimento de várias espécies de plantas para terem atividades que auxiliam a aquisição de nutrientes (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Os fungos micorrízicos representam um grupo importante da biota do solo, pois estabelecem associação mutualista com a maioria das plantas terrestres. Nessa associação, os fungos transferem às raízes das plantas, pelas hifas, a

água e os nutrientes minerais do solo, principalmente o fósforo e de antemão recebem da planta carboidratos para sua obtenção de energia (SMITH; READ, 2008). Frequentemente os usos de micorrizas vêm evidenciando função importante no aumento da eficiência do acúmulo de nutrientes e matéria seca em espécies de braquiária (Tabelas 8 e 9).

Outro fator produtivo de grande destaque é a nutrição das plantas, que assume papel fundamental no limite de produtividade. Dentre os nutrientes, o nitrogênio é o principal macronutriente limitante à produtividade da pastagem. O nitrogênio age como indutor de processos metabólicos, que resultam em efeitos marcantes na produção de matéria seca e energia para gramíneas e leguminosas forrageiras, provocando o crescimento vegetal (SMITH; READ, 2008). O fósforo condiciona as raízes e as plântulas a se desenvolverem mais rapidamente, aumenta a resistência ao inverno rigoroso, além de melhorar a eficiência na utilização de água (SMITH; READ, 2008).

Tabela 7. Sintomas de deficiência nutricional nas espécies de *Urochloa*

SINTOMAS	DEFICIÊNCIAS
Sintomas nas folhas mais velhas:	
Clorose que se inicia na ponta da folha	N
Necrose na margem da folha	K
Clorose concentrada entre as nervuras (que continuam verdes)	Mg
Pontos de cor marrom, cinza ou esbranquiçadas	Mn
Cor avermelhada nas folhas verdes ou no colmo	P
Sintomas nas folhas mais jovens:	
Queima nas bordas das folhas ("tip burn")	Ca
Manchas amarelo-esverdeadas com nervuras amareladas	S
Manchas amarelo-esverdeadas com nervuras esverdeadas	Fe
Folhas jovens com a ponta esbranquiçada	Cu
Folha mais jovem do perfilho com coloração marrom ou morta	B

(Adaptado de RAO; KERRIDGE; MACEDO, 1996)

Tabela 8. Rendimento de massa seca, teores e quantidades absorvidas de fósforo e taxas de colonização radicular de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em função da inoculação de micorrizas arbusculares

TRATAMENTOS	MASSA SECA g/vaso)	FÓSFORO		COLONIZAÇÃO RADICULAR (%)
		%	mg/vaso	
Testemunha	1,37 f	0,092 e	1,26 f	--
<i>Glomus mossaea</i>	3,82 de	0,113 cd	4,32 de	51,6 bc
<i>G. macrocarpum</i>	4,29 cd	0,107 d	4,59 cd	43,4 cd
<i>G. fasciculatum</i>	3,05 e	0,116 bc	3,54 e	58,9 ab
<i>G. etunicatum</i>	4,68 cd	0,120 ab	5,62 bc	40,1 d
<i>Gigaspira margarita</i>	5,11 bc	0,118 abc	6,03 b	56,0 ab
<i>Scutellospora heterogama</i>	5,77 ab	0,124 a	7,15 a	38,5 d
<i>Acaulospora laevis</i>	4,93 bc	0,098 e	4,83 cd	39,4 d
<i>A. muricata</i>	6,20 a	0,119 ab	7,38 a	61,6 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 9. Concentrações (%) de nitrogênio, cálcio, potássio e magnésio de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em função da inoculação de micorrizas arbusculares

TRATAMENTOS	NITROGÊNIO	CÁLCIO	POTÁSSIO	MAGNÉSIO
Testemunha	1,37 f	0,092 e	1,26 f	--
<i>Glomus mossaea</i>	3,82 de	0,113 cd	4,32 de	51,6 bc
<i>G. macrocarpum</i>	4,29 cd	0,107 d	4,59 cd	43,4 cd
<i>G. fasciculatum</i>	3,05 e	0,116 bc	3,54 e	58,9 ab
<i>G. etunicatum</i>	4,68 cd	0,120 ab	5,62 bc	40,1 d
<i>Gigaspira margarita</i>	5,11 bc	0,118 abc	6,03 b	56,0 ab
<i>Scutellospora heterogama</i>	5,77 ab	0,124 a	7,15 a	38,5 d
<i>Acaulospora laevis</i>	4,93 bc	0,098 e	4,83 cd	39,4 d
<i>A. muricata</i>	6,20 a	0,119 ab	7,38 a	61,6 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.
(Adaptado de COISTA et al., 2012)

Na Figura 12 estão apresentadas as curvas relativas às variações do acúmulo de massa seca nas partes das plantas de *U. decumbens*, ao longo do seu ciclo de desenvolvimento. Esse acúmulo foi crescente até os 160 dias após a emergência (DAE).

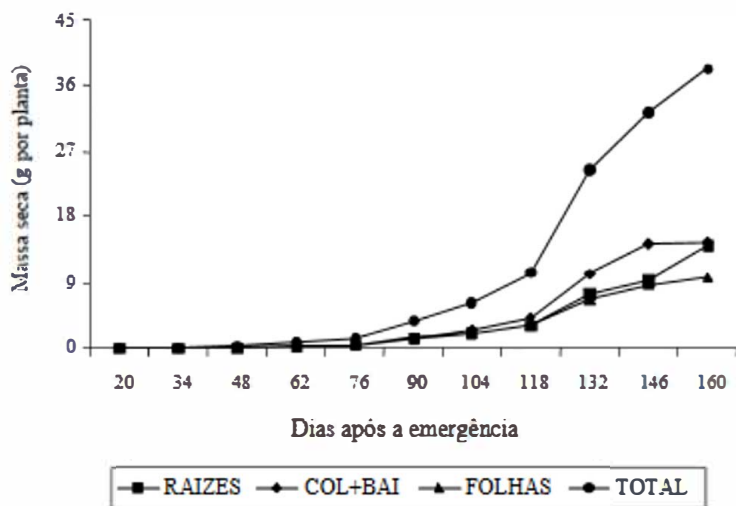


Figura 12 - Acúmulo de massa seca nas partes da planta de *Urochloa decumbens* ao longo do seu ciclo de desenvolvimento
(Adaptado de BIANCO; TONHÃO; PITELLI, 2005)

As produções fotossintéticas brutas dos vegetais dependem de fatores externos como: concentração de CO_2 e O_2 , disponibilidade de água e de nutrientes, temperatura e luz, além de internos: dimensão, forma, disposição arquitetônica, idade e conteúdo de pigmentos nas folhas e tipo de ciclo de fixação de CO_2 . Gramíneas tropicais possuem ciclo de fixação de CO_2 conhecido como C4, já as gramíneas temperadas, leguminosas tropicais e temperadas possuem ciclo C3. Em ambas, o local de fixação do CO_2 é nos cloroplastos das células do mesófilo foliar (TAIZ et al., 2017).

As plantas C4 são assim chamadas por formarem como primeiro produto da fotossíntese o ácido oxalacético composto contendo 4 carbonos. Estruturalmente, a diferença principal entre as plantas C3 e C4 é a presença, nestas últimas, de uma camada proeminente de células clorofiladas envolvendo os feixes condutores da folha (anatomia Kranz) (TAIZ et al., 2017). Os fotoassimilados produzidos pelas folhas são translocados por toda a planta, podendo variar conforme a fase de desenvolvimento, inserção da folha, desfolha, entre outros fatores. A translocação dos produtos da fotossíntese da fonte para os diversos drenos ocorre pelo floema (TAIZ et al., 2017).

Colmo, a raiz, a inflorescência e a formação de sementes nas plantas em estágio reprodutivo, constituem-se nos diversos drenos das gramíneas. Esses drenos podem se tornar ativos e expandir para formar um órgão adulto ou permanecer reprimidos, dependendo do genótipo, ontogenia e ambiente (ROBSON; RYLE; WOLEDGE, 1988).

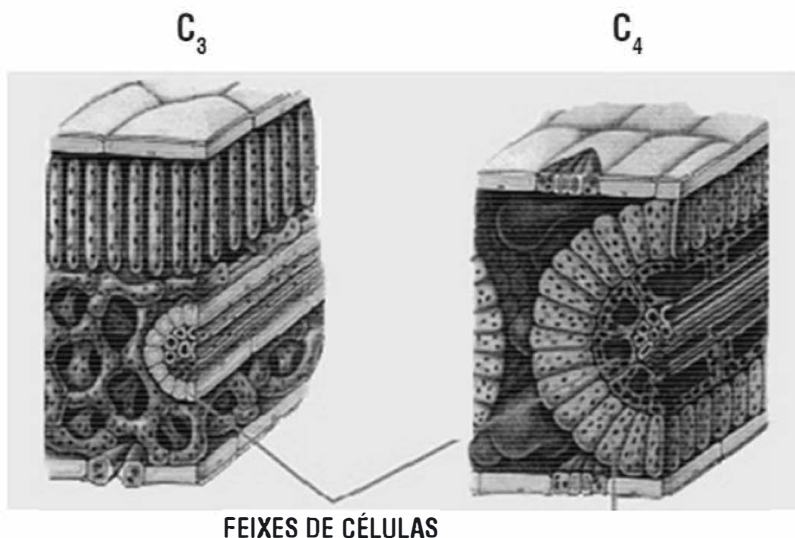


Figura 13 - Diferença entre a estrutura das células das folhas das plantas C₃ e C₄
(Adaptado de TAIZ et al., 2017)

Em geral, após a desfolha, os assimilados recém-sintetizados nas folhas residuais, bem como as reservas orgânicas, contribuem para a reconstituição da área foliar, priorizando os meristemas (SCHNYDER; DE-VISSER, 1999). Entretanto, a importância dos assimilados recém-sintetizados vem ganhando crescente relevância, pois estudos vêm demonstrando que, em perfilhos intensamente desfolhados, já no segundo dia, 63% da quantidade total do carbono presente nos novos tecidos são oriundos dessa redistribuição de órgãos fonte para os sítios de alta demanda (SCHNYDER; DE-VISSER, 1999).

Em trabalho realizado com plantas em pastejo, foi observado que a translocação de assimilados em fase de intenso perfilhamento, foi mais acentuada para a parte aérea que para o sistema radicular. Independentemente da hierarquia do perfilho, do nível de inserção da folha e da desfolha, o perfilho portador da folha exposta ao CO₂ reteve aproximadamente 50% dos assimilados encontrados na parte aérea da planta (ALEXANDRINO et al., 2005).

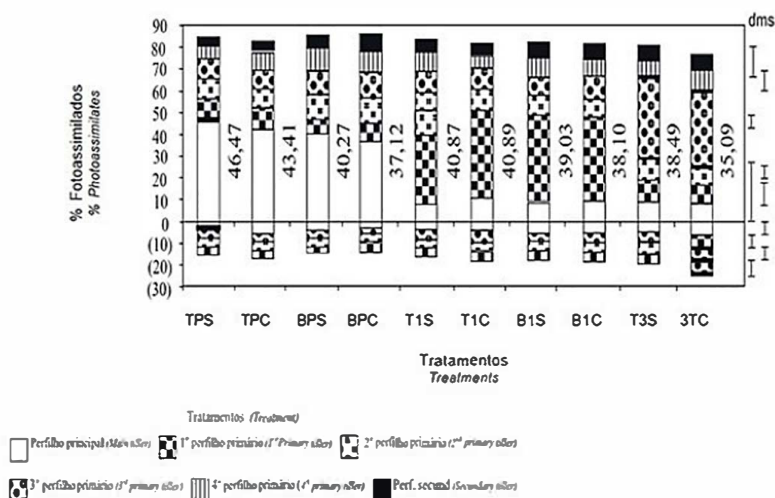


Figura 14 - Distribuição dos assimilados pelos diferentes perfis da planta. A porcentagem de acúmulo de fotoassimilados acima e abaixo da abscissa correspondem, respectivamente, à parte aérea e ao sistema radicular dos perfis (Adaptado de ALEXANDRINO et al., 2005)

A *U. brizantha* é uma gramínea de clima tropical que realiza a via fotossintética C4, que apresenta um mecanismo anatômico ausente em plantas de fotossíntese C3. Na via C4, a primeira molécula formada a partir da incorporação do carbono proveniente do CO₂ atmosférico é malato ou aspartato, ambos com quatro carbonos em sua estrutura. Essa reação é intermediada pela enzima fosfoenol piruvato carboxilase no mesófilo foliar. Os compostos de quatro carbonos seguem do mesófilo para as células da bainha do feixe vascular, onde são descarboxilados, liberando CO₂ para sua subsequente reação com a rubisco, que dará início ao ciclo de Calvin-Benson para formação de açúcares. Essa anatomia diferenciada responsável por compartimentalizar e concentrar o CO₂ nas folhas de espécies C4 é denominada “anatomia de Kranz” (TAIZ et al., 2017). Como consequência, a via fotossintética da *U. brizantha* possibilita maior produção de biomassa vegetal em relação às gramíneas C3,

melhor adaptação em climas tropicais e subtropicais e menor valor nutritivo da forragem devido maior presença de componentes estruturais de baixa digestibilidade.

A fotossíntese realizada pelo dossel forrageiro é de grande importância para o desenvolvimento vegetal, pois representa a principal fonte de produção de carboidratos não estruturais (CNE) da planta. Os açúcares são transportados dos sítios fonte para os sítios dreno da planta, ou seja, das regiões de produção de fotoassimilados (folhas fotossintetizantes), para as regiões de metabolismo ou armazenamento (meristemas e raízes) (PEDREIRA; MELLO; OTANI, 2001). A partição dos carboidratos depende de uma série de fatores fisiológicos, genéticos e do meio e que, em alguns casos, podem ser manipulados de modo aumentar a produtividade da pastagem (PEDREIRA; MELLO; OTANI, 2001). No estágio vegetativo, a translocação de fotoassimilados provenientes das folhas expandidas segue prioritariamente para os componentes estruturais do dossel, como colmo e folhas em expansão, a fim de maximizar a captação da luz incidente. Caso o dossel esteja bem desenvolvido, os fotoassimilados são alocados para raízes e base do colmo, onde são armazenados. No estágio reprodutivo o desenvolvimento de folhas novas cessa, e as estruturas reprodutivas se tornam o principal dreno de CNE.

11. FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO

O florescimento é um processo chave no desenvolvimento vegetal. A diferenciação do meristema apical de vegetativo para reprodutivo desencadeia uma reprogramação genética regulada através de hormônios com efeitos em todo o corpo vegetal. O desenvolvimento da planta é regulado por cinco principais classes de hormônios: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico. Além destas classes, existem agora evidências de que esteroides estão relacionados com mudanças morfológicas induzidas pela luz e que uma variedade de outras moléculas estão envolvidas na sinalização celular, tais como ácido jasmônico e ácido salicílico, os quais parecem executar papéis na resistência a patógenos e na defesa contra herbívoros (CARVALHO; DE PAULA; XAVIER, 2002).

Os hormônios são mensageiros químicos que atuam em resposta a um sinal. Este sinal pode ser alguma mudança no ambiente (alteração na umidade do solo, na temperatura do ar, na concentração de íons, respostas à luz, etc.) ou no desenvolvimento da planta (germinação ou dormência, passagem do desenvolvimento vegetativo para o reprodutivo, formação de sementes e frutos, senescência, queda de folhas, amadurecimento de frutos, etc.).

Dentre os sinais ambientais, a luminosidade aparece como importante indutor do florescimento, e consequentemente da frutificação, ou seja, atua diretamente na produção de sementes de braquiária (CARVALHO; DE PAULA; XAVIER, 2002).

Plantas jovens não produzirão inflorescência no seu início de desenvolvimento. A formação das inflorescên-

cias em pastos de *Urochloa* ocorre de forma dispersa e pouco sincronizada. O início de uma floração vigorosa ocorre como resposta às variações no fotoperíodo, sendo influenciada pela latitude e época do ano. A *U. brizantha* é uma planta de dia longo, florescendo, geralmente, nos dias mais longos do ano e de forma mais vigorosa em maiores latitudes. Apesar do exposto, existem variações na época de florescimento a partir dos diferentes cultivares da espécie (Tabela 10).

Tabela 10. Época de florescimento em diferentes cultivares de *U. brizantha*

CULTIVAR	FLORESCIMENTO
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	Final do Verão (fevereiro-março)
<i>U. brizantha</i> cv. La Libertad	Final do Verão (fevereiro-março)
<i>U. brizantha</i> cv. Xaraés	Meados do Outono (maio)
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	Início do Verão (janeiro-fevereiro)

(Adaptado de FONSECA et al., 2010)

Com o início do florescimento, o perfilho em estágio reprodutivo começa a alongar o colmo de forma rápida, cessando o aparecimento de folhas novas e causando uma queda drástica no valor nutritivo da forragem, como também no potencial de consumo pelo animal.

12. ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO E ADAPTAÇÕES AO MEIO AMBIENTE

O zoneamento de risco climático permite selecionar períodos em que as condições climáticas indiquem momentos adequados durante os períodos mais críticos para o cultivo da cultura a partir do levantamento de informações climáticas históricas (BRUNINI et al., 2001; SANS et al., 2001). Deve-se considerar que as espécies de braquiária têm como período crítico as fases da germinação, emergência e perfilhamento inicial, para o estabelecimento das pastagens (ARAÚJO, 2008). Portanto, essas fases não podem coincidir com períodos de escassez hídrica que podem levar à deficiência no estabelecimento e baixa produtividade da pastagem.

Para um solo com 20 mm de capacidade de armazenamento de água, muitas áreas do estado de São Paulo, apresentam alto risco climático para semeadura de braquiária, mas a partir de novembro até meados de dezembro, grande parte das áreas estão aptas para o cultivo das espécies, principalmente, no norte, leste e sudeste do estado (Figura 15).

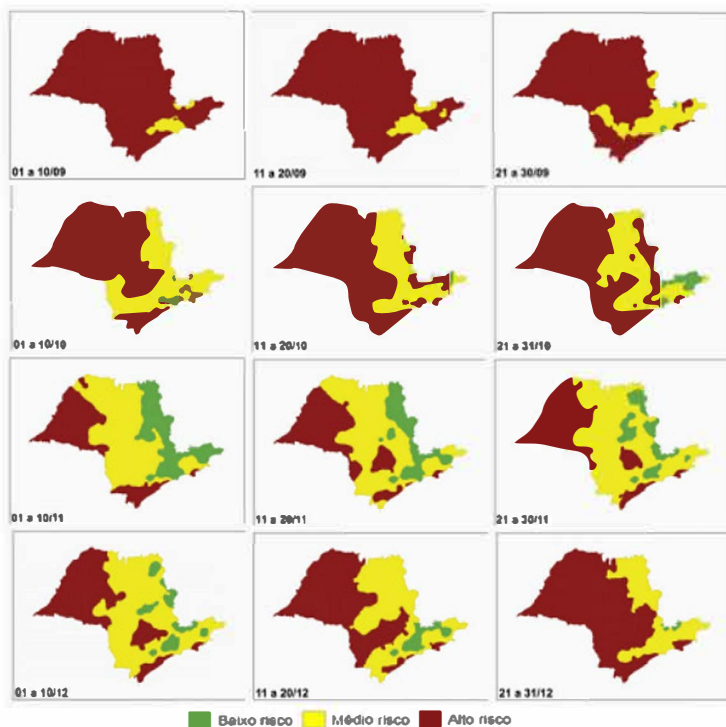


Figura 15 - Risco climático de braquiária em solos com 20 mm de capacidade de armazenamento de água
(Adaptado de EMBRAPA, 2010)

A partir de uma comparação com outros exemplares do gênero *Urochloa*, a *U. brizantha* é considerada a mais tolerante a veranicos e a ambientes sombreados, não sendo recomendada, no entanto, para ambientes alagados (FISHER; KERRIDGE, 1996). Na Tabela 11, é feita uma comparação dos principais atributos da *U. brizantha* em relação às outras espécies do mesmo gênero, considerando-se pontos positivos e negativos, de uso para diferentes ambientes produtivos.

Tabela 11. Principais atributos das espécies mais importantes de *Urochola*

ESPÉCIE	ATRIBUTOS POSITIVOS	ATRIBUTOS NEGATIVOS
<i>U. brizantha</i>	Produtividade elevada, tolerância à cigarrinha das pastagens, responsiva à aplicação de adubos, tolerância à seca, elevada competitividade com invasoras, capacidade de crescimento em ambientes sombreados, boa qualidade de forragem.	Baixa adaptação à solos mal drenados, necessidade de solos moderadamente férteis, susceptibilidade à Antracnose.
<i>U. decumbens</i>	Boa produtividade, tolerância à solos com baixa fertilidade, boa performance em ambientes sombreados, boa qualidade de forragem.	Susceptibilidade à cigarrinha das pastagens, baixa adaptação à solos mal drenados, susceptibilidade à Antracnose.
<i>U. humidicola</i>	Pode ser utilizada em solos alagados, adaptada à solos de baixa fertilidade, habilidade de crescimento rápido de alta competitividade com plantas invasoras, tolerância intermediária à cigarrinha das pastagens.	Baixa digestibilidade da matéria seca, baixa concentração de Ca e N na forragem, susceptibilidade à ferrugem.
<i>U. ruziensis</i>	Crescimento rápido no início da estação chuvosa, fácil estabelecimento, boa qualidade da forragem.	Necessidade de solos bem drenados, susceptibilidade à cigarrinha das pastagens e à Antracnose, baixa capacidade competitiva com plantas invasora.
<i>U. mutica</i>	Boa adaptação à solos mal drenados.	Baixa qualidade da forragem.
<i>U. arrecta</i>	Adaptação à solos pouco drenados.	Baixa adaptação à solos com baixa fertilidade, susceptibilidade à cigarrinha das pastagens

(Adaptado de RAO; KERRIDGE; MACEDO, 1996)

A partir da utilização de modelos matemáticos, Santos, Evangelista e Pezzopane (2014) foram capazes de estimar a produção de forragem da *U. brizantha* cv. Marandu, com base na soma térmica (graus-dia) e quantidade de água no solo no território brasileiro. A simulação de produtividade foi realizada para quatro cenários de diferentes capacidades de armazenamento de água no solo, caracterizando os solos arenosos (40 mm), de textura média (60 mm), argilosos (100 mm) e solos com impedimento ou rasos (20 mm), de acordo com a Figura 16.

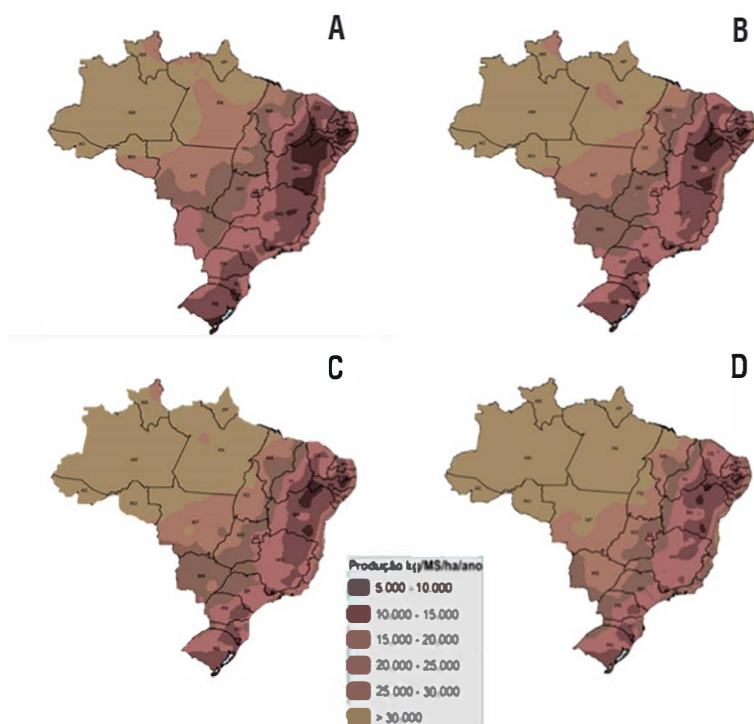


Figura 16 - Produção anual (kg/ha/ano) de *U. brizantha* cv. Marandu para o cenário climático atual para (A) 20 mm; (B) 40 mm; (C) 60 mm e (D) 100 mm (Adaptado de SANTOS; EVANGELISTA; PEZZOPANE, 2014).

13. ESTRATÉGIAS PARA ALTAS PRODUÇÕES

O principal objetivo do manejo das pastagens é manter altas produtividades de matéria seca aliada à longevidade do pasto, fornecendo alimento em quantidade e qualidade para as exigências nutricionais dos ruminantes (SILVA; PASSANEZI; CARNEVALLI, 1998). Portanto, a escolha da espécie a ser utilizada deve atender além das condições edafoclimáticas existentes, as necessidades e ocupação do pasto para as mais diversas finalidades. No caso da utilização para alimentação animal, alguns cuidados como o pisoteio e o alto pastejo podem prejudicar o crescimento da braquiária, portanto, deve-se realizar o manejo adequado do pastejo, associado ao uso de espécies com rápida rebrota e tolerância ao pisoteio dos animais (ZIMMER; EUCLIDES; MACEDO, 1988).

Além disso, o manejo adotado na área agrícola determina a velocidade de rebrota e a longevidade do pasto. Em pastejo intensivo, a recuperação e longevidade do pasto é comprometida devido ao esgotamento de reservas orgânicas e destruição dos meristemas apicais caulinares. Portanto, o pastejo rotacionado ou intermitente é uma técnica que auxilia o processo de recuperação da pastagem com mais eficiência (GOMIDE; QUEIRÓZ, 1997).

A manutenção da área foliar remanescente e reservas orgânicas na planta após o pastejo é decisivo para a rebrota, pois as reservas orgânicas vão sendo utilizadas e, ao mesmo tempo, as folhas remanescentes irão produzir carboidratos via fotossíntese para a construção celular de novos tecidos - rebrota (Figura 17).

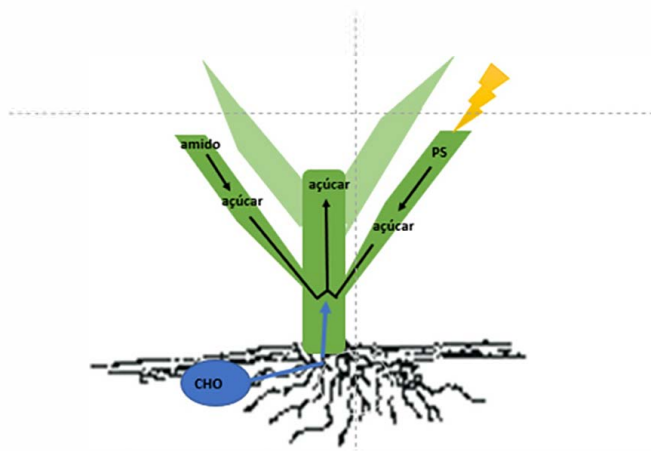


Figura 17 - Redistribuição de carboidratos após o pastejo da braquiária. As setas indicam o fluxo de carboidratos que foram direcionados para subsidiar a formação de novos tecidos – rebrota. PS – fotossíntese
Fonte: Os autores

Portanto, o manejo do pastejo é uma das principais estratégias a serem empregadas no cultivo de braquiária, pois além de garantir a alta produtividade, o uso adequado dos recursos também garante a longevidade do pasto, reduzindo a chance de degradação (ZIMMER; EUCLIDES; MACEDO, 1988).

A *U. brizantha* é uma espécie altamente adaptada ao clima tropical e de elevado potencial produtivo sob condições adequadas de crescimento e manejo. Nesse sentido, o manejo do pasto objetiva potencializar a produção vegetal, disponibilizando forragem em abundância e com elevado valor nutritivo para o animal. Para que isso seja possível, é importante adequar as condições do ambiente à necessidade da forrageira por meio das operações de adubação, correção, aração, controle de pragas e doenças, irrigação, subsolagem e drenagem do solo. Adicionalmente, necessita-se regular os processos biológicos da planta e do animal sob pastejo, por meio do controle da desfolhação, maximizando, dessa forma, o acúmulo de forragem, o perfilhamento, valor nutri-

tivo da forragem, desempenho animal e, finalmente, a produtividade animal. O controle da desfolhação, por sua vez, é realizado quando um método de pastejo adequado é escolhido para compor o sistema, podendo ser por meio da lotação contínua ou intermitente.

O estabelecimento da pastagem é o primeiro passo para que o sistema se mantenha produtivo por longos períodos, sendo premissa básica para que todos os processos e estratégias que ocorrerão em seguida possam funcionar de maneira eficaz. Para o sucesso da formação do pasto, é importante a utilização de sementes de qualidade e de valor cultural (VC) elevado. Para os autores, a qualidade da semente garante uniformidade e rapidez no estabelecimento das plântulas, sendo necessárias as seguintes características ao adquirir o insumo: (1) ausência de sementes de invasoras; (2) ausência de impurezas, como terra ou poeira; (3) ausência de contaminação por outras espécies forrageiras e; (4) pureza varietal. Os procedimentos de preparo do solo, adubação e correção são realizados antes da semeadura, sendo essenciais para o desenvolvimento da plântula e estabelecimento vigoroso do pasto.

Quando bem formada, a *U. brizantha* necessitará de adubações constantes a fim de repor os nutrientes que são extraídos continuamente pelos processos de crescimento e desfolhação da planta. Em pastagem, o nitrogênio é considerado um nutriente essencial para a produtividade e manutenção da persistência, afetando diretamente as taxas de alongamento foliar do perfilho (CARDOSO et al., 2020) e de perfilhamento (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). Ambos os processos apresentam grande importância na reconstituição do IAF do dossel, que é o principal componente responsável pela interceptação luminosa e, de forma paralela, pela rebrota após o pastejo (CHAPMAN; LE-MAIRE, 1996).

Seguindo a lógica para altas produções, o manejo da pastagem objetiva maximizar as taxas de crescimento da planta forrageira e disponibilizar forragem para o animal sob pastejo. O equilíbrio entre os dois agentes pode ser atingido por meio de metas específicas de manejo, que objetivam o controle da estrutura do dossel forrageiro (HODGSON, 1990). Tal estratégia é eficiente,

pois é a estrutura do dossel o ponto de origem e de convergência das respostas entre plantas e animais em pastejo (HODGSON, 1990).

Do ponto de vista vegetal, a estrutura do pasto é o produto entre as inter-relações das características morfogênicas da planta, resultando na forma ou arranjo da parte aérea vegetal que compõe o dossel. Nesse sentido, o arranjo espacial das estruturas vegetais é definidor do índice de área foliar. O índice de área foliar é modulador central do funcionamento vegetal, pois está diretamente relacionado com a interceptação luminosa e a qualidade do ambiente luminoso que atinge as plantas (CHAPMAN; LEMAIRE, 1996). A luz, por si só, representa recurso essencial, pois direciona o potencial fotossintético e produtivo da *U. brizantha*.

Do ponto de vista animal, a estrutura do pasto representa a forma como a forragem lhe é apresentada e é diretamente relacionada com a distribuição dos componentes morfológicos disponibilizados em campo e com o processo de colheita e ingestão de nutrientes (HODGSON, 1990). Ou seja, o manejo que proporciona um pasto com estrutura adequada facilita a apreensão de forragem, oferecendo maior proporção de folhas em relação a colmo e material morto. Como consequência, a velocidade de consumo pelo animal aumenta e o valor nutritivo da forragem é satisfatório.

Nesse sentido, o manejo guiado e direcionado, segundo as condições do pasto, definidos por suas características estruturais, controla a principal interface das respostas entre plantas e animais (estrutura do dossel). O controle é realizado pela altura do dossel forrageiro, que indica o momento ideal para desfolhação. Por meio de alturas de pré e pós pastejo (lotação intermitente), ou aponta um intervalo de altura em que o pasto deve ser mantido (lotação contínua).

Diante do exposto, tendo em foco metas de manejo que busquem a manutenção de condições ideais do pasto, modificações na taxa de lotação, fertilização, irrigação, entre outras estratégias, funcionam como um meio, e não fim, para manter certas condições pré-estabelecidas segundo uma amplitude agrônômica ótima de produção (Tabelas 12 e 13).

Tabela 12. Recomendação de manejo da *U. brizantha* pela altura (cm) para lotação intermitente, com taxa de lotação variável

ESPÉCIE	ALTURA PRÉ-PASTEJO	ALTURA PÓS-PASTEJO
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	25	10-15
<i>U. brizantha</i> cv. Xaraés	30	15-20
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	35	15-20

(Adaptado de PEREIRA; POLIZEL, 2016)

Tabela 13. Recomendação de manejo da *U. brizantha* pela manutenção da altura (cm) para lotação contínua, com taxa de lotação variável

ESPÉCIE	INTERVALO DE ALTURA
<i>U. brizantha</i> cv. Marandu	20 a 40
<i>U. brizantha</i> cv. Xaraés	15 a 45
<i>U. brizantha</i> cv. Piatã	15 a 30

(Adaptado de PEREIRA; POLIZEL, 2016)

Em plantas forrageiras, o acúmulo de forragem é resultado de processos concomitantes e antagônicos, que ocorrem em nível do pasto (população) e de perfilho (indivíduo). O perfilho, enquanto estiver vivo, realiza um fluxo de tecidos que objetiva a manutenção de sua área foliar em resposta ao ambiente luminoso onde está inserido (CHAPMAN; LEMAIRE, 1996). Este processo caracteriza o primeiro nível de complexidade do acúmulo, que acontece por meio do aparecimento de folhas novas na parte superior do perfilho, juntamente com a senescência e morte das folhas mais velhas na parte inferior. O segundo nível de complexidade, opera em nível de população de perfilhos, por meio do balan-

ção entre aparecimento e morte destes. Assim, as integrais entre os dois níveis de complexidade, modulam o processo de acúmulo de forragem. Portanto, o acúmulo de forragem é o balanço entre a fotossíntese bruta, respiração, crescimento, senescência e morte de tecidos na planta.

Entender como a *U. brizantha* acumula forragem ao longo do tempo é essencial para otimização do manejo, já que apresenta algumas particularidades segundo o método de pastejo adotado. Nesse sentido, é importante considerar estes processos dentro dos métodos de lotação contínua ou intermitente, já que são amplamente utilizados nos sistemas de produção à pasto. Sob lotação contínua o pasto é mantido em uma condição relativamente estável, ocorrendo um equilíbrio entre o crescimento, senescência e consumo do pasto (presença do animal). O manejo sob lotação contínua é complexo e exige que a taxa de lotação seja ajustada com muito cuidado. A taxa de lotação (no contínuo) é responsável por modular a frequência e intensidade de desfolhação, caracterizando a velocidade de consumo pelo animal. A velocidade de consumo pelo animal é importante, pois, para manter o pasto na condição meta do manejo, deve ser ajustada segundo a velocidade de acúmulo de forragem no pasto.

Para a lotação intermitente, a dinâmica do acúmulo de forragem acontece na ausência do animal. Neste método de pastejo, o pasto é submetido a duas condições contrastantes em um curto intervalo de tempo, caracterizadas por um período de massa elevada (índice de área foliar elevada), para outro extremo com massa de forragem residual relativamente pequena (índice de área foliar baixo). Portanto, o processo de acúmulo ocorre como se a planta estivesse em crescimento livre após a desfolhação.

A utilização dos biorreguladores em plantas forrageiras é uma tecnologia ainda pouco explorada, necessitando de maiores estudos para expansão do conhecimento sobre o assunto. De modo geral, a aplicação de hormônios vegetais é uma estratégia de manejo que objetiva aumento da produção, melhorar o desenvolvimento inicial de plântulas e auxiliar no enraizamento e quebra da dormência de sementes. Os reguladores mais utilizados são: ácido indolbutírico (IBA), que auxilia no enraizamento; ácido giberélico (GA3), que auxilia no processo germinativo da semente e cinetina, que afeta o crescimento e diferenciação vegetal (ALMEIDA et al., 2015).

Segundo Silva, Landgraf e Machado (2013), a aplicação de GA3 em sementes de *U. brizantha* pode não ser eficiente devido à dormência induzida pela casca. Câmara e Stacciarini-Seraphin (2002) chegaram a conclusões semelhantes, salientando que o revestimento inibe a germinação, por restringir as trocas gasosas da semente. Utilizando outro composto, Figueiredo et al. (2015), observaram que a utilização de auxina sintética sob diferentes doses apresenta efeitos sobre a germinação de *U. brizantha* cv. Xaraés, modificando a germinação e velocidade de emergência de plântulas.

O uso de substâncias estimulantes em braquiária tem sido estudado principalmente em razão da característica das espécies de *Urochloa* de apresentarem dormência de sementes (GARCIA; CÍCERO, 1992). O uso de giberelina no tratamento de sementes aumenta a germinação de braquiária (CÂMARA; STACCIARINI-SERAPHIN, 2002), pois a aplicação exógena estimula

a transcrição de alfa-amilase na semente (TAIZ et al., 2017). A enzima alfa-amilase presente na camada de aleurona, quebra a molécula de amido no endosperma e direciona os carboidratos para o eixo embrionário para formar a raiz primária e a parte aérea da plântula. Porém, o ácido abscísico reduz a germinação de braquiária, mesmo em combinação com aplicação de GA, pois a partir de um nível crítico de ácido abscísico, sua ação inibidora prevalece em relação ao efeito de giberelina na germinação de sementes (CUNHA; CASALI, 1989).

Dentre os produtos utilizados, o Stimulate® tem destaque como estimulante em diversas culturas, principalmente em soja (CASTRO, 2006). O Stimulate® possui três fitohormônios cruciais para a semente: o ácido indolbutírico (0,005%), cinetina (0,009%) e ácido giberélico (0,005%). O ácido indolbutírico é uma auxina que tem papel essencial no processo de expansão celular, que somado ao efeito da cinetina, uma citocinina sintética, promove processo de crescimento vegetal em razão de sua ação na divisão celular. Além disso, giberelina tem papel muito marcante no processo de germinação e evocação floral (TAIZ et al., 2017). Alguns resultados descreveram o efeito positivo do Stimulate® sobre a germinação e o potencial fisiológico de sementes e plântulas de braquiária (BRENNECKE; FERRAZ; SIMÕES, 2015). Além disso, o Stimulate® aumentou o acúmulo de matéria seca e a taxa de crescimento de braquiária (LIMA, 2016).

O uso de outras moléculas, como o bioativador tiametoxam, pode desencadear alterações no metabolismo vegetal que aumenta a produção de substâncias estimulantes nas plantas (CASTRO, 2006). Assim, o tiametoxam tem efeitos muito interessantes em diversas culturas, principalmente a cana-de-açúcar e café (CASTRO, 2006). O uso de tiametoxam aumentou o vigor das sementes e de plântulas de braquiária (ALMEIDA et al., 2015), assim como incrementou o valor nutricional da forragem, o volume e a área do sistema radicular e a atividade da nitrato redutase (MACEDO et al., 2013).

15. SENESCÊNCIA E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS

A idade fenológica da folha determina a sua atividade metabólica, inclusive a fotossintética. Folhas novas apresentam atividade metabólica elevada que vai reduzindo em função do seu envelhecimento. A partir da ocasião em que a folha passa a ser sombreada pelo dossel e envelhece, ocorre uma cascata de reações enzimáticas que tem como função reutilizar grande parte dos recursos presentes nesta folha para sustentar o crescimento de novos tecidos. O etileno ativa enzimas que hidrolisam estes compostos. Posteriormente, a camada de abscisão é formada na região próxima à bainha e a folha cai (TAIZ et al., 2017).

O aproveitamento do material produzido pelas espécies de braquiária pode ser utilizado para a nutrição animal – silagem e feno (NEGRÃO et al., 2016; FER-NANDES et al., 2002). Assim como a sua contribuição para o aumento da matéria orgânica, que é importante para os cultivos conservacionistas, como: o sistema de plantio direto, integração lavoura - pecuária e cultivo mínimo. As espécies de braquiária são muito utilizadas nos sistemas conservacionistas de cultivo em razão dessas plantas produzirem grande quantidade de matéria seca que melhora as características químicas, físicas e biológicas do solo (BLANCO-CANQUI; RUIS, 2018).

ALEXANDRINO, E. et al. Distribuição dos fotoassimilados em plantas de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1449-1458, 2005.

ALMEIDA, A.S. et al. Physiological quality of *Urochloa* treated with thiamethoxam. **Científica**, Jaboticabal, v. 43, n. 1, p. 67-76, 2015.

ALMEIDA, E.M. et al. O uso de reguladores de crescimento vegetal em plantas forrageiras. **Nutri-Time**, Viçosa, v. 12, n. 5, p. 4302-4308, 2015. Disponível em: <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-330.pdf>. Acesso em: 02 maio 2023.

ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; XAVIER, D.F. **As principais espécies de *Brachiaria* utilizadas no país**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2002. 4 p. (Comunicado Técnico, 22).

AMARAL, C.S. et al. Growth of *Brachiaria brizantha* by mineral and organic fertilization on the sterile reject mining quartzite. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 130-141, 2012.

ARAUJO, L.C. **Influência da disponibilidade de água no desenvolvimento de plantas de capim-marandu e milho: cultivo solteiro e consorciado**. 2008. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

BIANCO, S.; TONHÃO, M.A.R.; PITELLI, R.A. Growth and mineral nutrition of Surinam grass. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 423-428, 2005.

BLANCO-CANQUI, H.; RUIS, S.J. No-tillage and soil physical environment. **Geoderma**, Amsterdam, v. 326, n. 15, p. 164–200, 2018.

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

BOONMAN, J.G. **East Africa's grasses and fodders: their ecology and husbandry**. Dordrecht: Springer, 1993. 350 p.

BOTREL, M.A.; NOVAES, L.P.; ALVIM, M.J. **Características forrageiras de algumas gramíneas tropicais**. Juiz de Fora: EMBRAPA, CNPGL, 1998. 35 p. (Documentos, 66).

BRENNECKE, K.; FERRAZ, F.M.; SIMÕES, T.R. Germinação de sementes de *Brachiaria decumbens* sob diferentes concentrações de biorregulador. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, Curitiba, v. 13, p. 145-151, 2015.

BRITO, C.J.F.A.; RODELLA, R.A. Caracterização morfo-anatômica da folha e do caule de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf e *B. humidicola* (Rendle) Schweick. (Poaceae). **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 221-228, 2002.

BRUNINI, O. et al. Riscos climáticos para a cultura de milho no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 519-526, 2001.

BUENO, I.C. S.; HERLING, V.A.; PEREIRA, L.E.T. **A dinâmica do crescimento de plantas forrageiras e o manejo das pastagens**. Pirassununga: USP, FZEA, 2016. 78 p.

CÂMARA, H.H.L.L.; STACCIARINI-SERAPHIN, E. Germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes períodos de armazenamento e tratamento hormonal. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 32, n.1, p. 21-28, 2002.

CARDOSO, A.S. et al. Intensification: a key strategy to achieve great animal and environmental beef cattle production sustainability in *Brachiaria* grasslands. **Sustainability**, New Rochelle, v. 12, n. 16, p. 6656, 2020.

CARVALHO, M.M.; DE PAULA, F.; XAVIER, D.F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 717-722, 2002.

CASTILLA, C.; JACKSON, W.A. Nitrogen uptake mechanism in two *Brachiaria* species. In: UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **TropSoils**. Washington, 1991. p. 164-167. (Technical Report).

CASTRO, P.R.C. e. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: ESALQ, Divisão de Biblioteca, 2006. 46 p. (Série Produtor Rural, 32).

CHAPMAN, D.F., LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1996. **Annals...** 1996. p. 95-104.

COOK, B.G.; SCHULTZE-KRAFT, R. Botanical name changes—nuisance or a quest for precision? **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, Brisbane, v. 3, n. 1, p. 34-40, 2015.

CORREIA, C.T.R. **Constituição genômica e relações entre espécies de *Urochloa*** P. Beauv. 2019. 50 f. Dissertação (Mestrado em Botânica Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

COSTA, N.L. et al. Efeito de micorrizas arbusculares sobre o crescimento e nutrição mineral de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 13, n. 4, p. 406-411, 2012.

CRIDER, F.J. **Root-growth stoppage resulting from defoliation of grass**. Washington: USDA, 1955. 26 p. (Technical Bulletin, 1102).

CUNHA, F.F.D. et al. Sistema radicular de seis gramíneas irrigadas em diferentes adubações nitrogenadas e manejos. **Acta Scientiarum**, Agronomy, Maringá, v. 32, n. 2, p. 351-357, 2010.

CUNHA, R.; CASALI, V.W.D. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento sobre a germinação de sementes de alface. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 9, n. 2, p. 121-132, 1989.

EMBRAPA. **Gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria***. 1980. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/320689/gramineas-forrageiras-do-genero-brachiaria>. Acesso em: 20 jun. 2018.

EMBRAPA. **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho, 2004. 224 p. Disponível: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54455/1/livro-pastagens.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2018.

EMBRAPA. **Zoneamento de riscos climáticos para o consórcio milho x capim-marandu no Estado de São Paulo: períodos favoráveis para a implantação por município.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2010.

41 p. Disponível em: <http://www.cppse.embrapa.br/zoneamentos/imagens/Documentos97.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2018.

EUCLIDES, V.P.B. et al. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1805-1812, 2008.

FERNANDES, L.O. et al. Qualidade do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. submetido ao tratamento com amônia anidra ou uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1325-1332, 2002.

FIGUEIREDO, P.A.M. et al. Superação da dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés com a utilização de auxina sintética e seu efeito no desenvolvimento inicial da planta. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 7, n. 2, p. 145-156, 2015.

FISHER, M.J.; KERRIDGE, P.C. The agronomy and physiology of *Brachiaria species*. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.). **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1996. chap. 3, p. 43-52.

FONSECA, D.M. et al. **Plantas forrageiras**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2010. 537 p.

GARCIA, J.; CÍCERO, S.M. Superação da dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 49, n. 1, p. 9-13, 1992.

GOMIDE, C.A.; GOMIDE, J.A.; QUEIRÓZ, D.S. Fluxo de tecidos em *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 117-119.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Harlow: Longman Group, 1990. 203 p.

HOPKINSON, J.M. et al. Reproductive physiology, seed production, and seed quality of *Brachiaria*. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.). **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1996. chap. 8, p. 124-140.

KELLER-GREIN, G.; MAASS, B.L.; HANSON, J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germplasm collections. MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.). **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1996. p. 124-140.

LARA, M.A.S. **Respostas morfofisiológicas de genótipos de *Brachiaria* spp. sob duas intensidades de desfolhação e modelagem da produção de forragem em função das variações estacionais da temperatura e fotoperíodo: adaptação do modelo CROPGRO**. 2011. 212 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

LEITHEAD, H.L. et al. **100 native forage grasses in 11 Southern states**. 1971. Disponível em: https://plants.usda.gov/100_native_grasses.pdf. Acesso em: 20 jun. 2018.

LEMPP, B. Anatomia de plantas forrageiras. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. (Ed.). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2014. cap. 2, p. 15-30.

LIMA, L.C. **Bioestimulante e fertilizantes foliares nos solos: cultivo de *Brachiaria* híbrida**. 2016. 54 f. Dissertação (Mestrado em Solos) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

MACEDO, W.R. et al. Responses in root growth, nitrogen metabolism and nutritional quality in *Brachiaria* with use of thiamethoxam. **Acta Physiologiae Plantarum**, Berlin, v. 35, p. 205-211, 2013.

MALAVOLTA, E.; PAULINO, V.T. Nutrição mineral e adubação do gênero *Brachiaria*. In: PAULINO, V.T.; ALCÂNTARA, P.B.; ALCÂNTARA, V.B.G. (Ed.). **A *Brachiaria* no novo século**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2002. p. 15-55.

MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.). ***Brachiaria*: biology, agronomy and improvement**. Cali: CIAT; Brasília: EMBRAPA, CNPGC, 1996. 288 p.

MOREIRA, F.S.M.; SIQUEIRA, J.O. **Rhizosphere: soil microbiology and biochemistry**. Lavras: UFLA, 2006.

NASCIMENTO JUNIOR, D. et al. Fatores que afetam a qualidade de plantas forrageiras. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. (Ed.). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2013. cap. 27, p. 409-424.

NEGRÃO, F.M. et al. Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim *Brachiaria decumbens* com inclusão de farelo de arroz. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 17, n. 1, p. 13-25, 2016.

PARSON, J.J. Spread of African pasture grasses to the American tropics. **Journal of Range Management**, Baltimore, v. 25, n. 12, p. 12-17, 1972.

PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: MATTOS, W.R.S. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 772-807.

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: FEALQ, 1998. p. 85-113.

PEREIRA, L.E.T.; POLIZEL, G.H.G. **Princípios e recomendações para o manejo de pastagens**. Pirassununga: USP, FZEA, 2016. 31 p.

PEZZOPANE, C.G. et al. Hydric deficiency in genotypes of *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 5, p. 871-876, 2015.

RAO, I.M.; KERRIDGE, P.C.; MACEDO, M.C.M. Nutritional requirements of *Brachiaria* and adaptation to acid soils. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.). **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1996. chap. 4, p. 53-71.

RENZOIZE, S.A. A survey of leaf-blade anatomy in grasses. XI. Paniceae. **Kew Bulletin**, London, v. 42, n. 3, p. 739-768, 1987.

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. (Ed.). **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1996. chap. 1, p. 1-15.

ROBSON, M.J.; RYLE, G.J.A.; WOLEDGE, J. The grass plant: its form and function. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.). **The grass crop**. Dordrecht: Springer, 1988. p. 25-83.

RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P.R.C. e; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 203-230.

RODRIGUES, T.J.D.; RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. Adaptação de plantas forrageiras às condições adversas. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1993. p. 17-61.

RODRIGUES, T.J.D. et al. Efeito do estresse hídrico sobre o desenvolvimento do labe-labe (*Lablab purpureus* L. Sweet). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FISILOGIA VEGETAL, 2., 1989, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBFV; ESALQ, 1989. p. 286.

SALTON, J.C.; TOMAZI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. 6 p. (Comunicado Técnico, 198).

SANS, L.M.A. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho na região centro-oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 527-535, 2001.

SANTOS, P.M.; EVANGELISTA, S.R.M.; PEZZOPANE, J.R.M. **Cenários agrícolas futuros para pastagens no Brasil**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2014. 39 p. (Documentos, 114).

SANTOS, P.M. et al. Climatic risk zoning for corn and palisade grass (*Brachiaria brizantha* cv: Marandu) cultivated in integrated crop-livestock systems in São Paulo state, Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 1, p. 36-40, 2012.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua.** 2004. 199 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 731-754.

SCHNYDER, H.; DE VISSER, R.S. Fluxes of reserve-derived and currently assimilated carbon and nitrogen in perennial ryegrass recovering from defoliation. The regrowing tiller and its component functionally distinct zones. **Plant Physiology**, Rockville, v. 119, n. 4, p. 1423-1436, 1999.

SENDULSKY, T. Chave para identificação de Brachiarias. **Jornal Agrocere**s, São Paulo, v. 5, n. 56, p. 4-5, 1977.

SENDULSKY, T. *Brachiaria*: taxonomy of cultivated and native species in Brazil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 99-139, 1978.

SILVA, A.B.; LANDGRAF, P.R.C.; MACHADO, G.W.O. Germinação de sementes de braquiária sob diferentes concentrações de giberelina. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 657-662, 2013.

SILVA, S.C.; PASSANEZI, M.M.; CARNEVALLI, R.A. Bases para o estabelecimento do manejo de *Cynodon* sp para pastejo e conservação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 129-150.

SMITH, D. **Forage management in the North.** Dubuke: Kendall/Hunt, 1975. 237p.

SMITH, S.E.; READ, D.J. **Mycorrhizal symbiosis**. 3rd ed. Berkeley: Academic Press, 2008. 605 p.

SOUZA, D.P. **Consumo de água, relações hídricas e biométricas em dois sistemas de cultivo irrigado de *Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria brizantha*) cv. Marandu**. 2017. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TORRES GONZÁLEZ, A.M.; MORTON, C.M. Molecular and morphological phylogenetic analysis of *Brachiaria* and *Urochloa* (Poaceae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, San Diego, v. 37, n. 1, p. 36-44, 2005.

ZIMMER, A.H.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. Manejo de plantas do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1988. p. 142-183.

Série Produtor Rural

USP/ESALQ/DIBD

A Série Produtor Rural é editada desde 1997 pela Divisão de Biblioteca da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP e tem como objetivo publicar textos acessíveis aos produtores com temas diversificados e informações práticas, contribuindo para a Extensão Rural.