



Genótipos de capim-corrente em condições de luminosidade para sistemas integrados no Semiárido brasileiro



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Caprinos e Ovinos
Ministério da Agricultura e Pecuária**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
23**

**Genótipos de capim-corrente em
condições de luminosidade para sistemas
integrados no Semiárido brasileiro**

*Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu
Rita de Kássia Oliveira Tavares
Jéssica Sousa Maranguape
Bruna Ferreira Vasconcelos
Henrique Antunes de Souza
Fernando Lisboa Guedes
Luíce Gomes Bueno
Rosilene Oliveira Mesquita
Magno José Duarte Cândido
Marcos Cláudio Pinheiro Rogério
Diego Barcelos Galvani*

**Embrapa Caprinos e Ovinos
Sobral, CE
2023**

Embrapa Caprinos e Ovinos
Fazenda Três Lagoas
Estrada Sobral/Groaiiras, Km 4
Caixa Postal: 71
CEP: 62010-970 - Sobral, CE
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Caprinos e Ovinos

Presidente
Cícero Cartaxo de Lucena

Secretário-executivo
Alexandre César Silva Marinho

Membros
Alexandre Weick Uchoa Monteiro, Aline Costa Silva, Carlos José Mendes Vasconcelos, Fábio Mendonça Diniz, Maira Vergne Dias, Manoel Everardo Pereira Mendes, Marcílio Nilton Lopes da Frota, Tânia Maria Chaves Campêlo

Supervisão editorial
Alexandre César Silva Marinho

Revisão de texto
Carlos José Mendes Vasconcelos

Normalização bibliográfica
Tânia Maria Chaves Campêlo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Maira Vergne Dias

Foto da capa
Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu

1ª edição
Publicação digital (PDF): 2023

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Caprinos e Ovinos

Genótipos de capim-corrente em condições de luminosidade para sistemas integrados no Semiárido brasileiro / Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu ... [et al.]. - Sobral : Embrapa Caprinos e Ovinos, 2023.
(PDF) 40 p. : il. color. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Caprinos e Ovinos, e-ISSN 0000-0000 ; 23).

1. Melhoramento genético vegetal. 2. Gramínea forrageira. 3. Sombreamento. 4. Capim urochloa. 5. *Urochloa mosambicensis*. I. Pompeu, Roberto Cláudio Fernandes Franco. II. Tavares, Rita de Kássia Oliveira. III. Maranguape, Jéssica Sousa. IV. Vasconcelos, Bruna Ferreira. V. Souza, Henrique Antunes de. VI. Guedes, Fernando Lisboa. VII. Bueno, Luíce Gomes. VIII. Mesquita, Rosilene Oliveira. IX. Cândido, Magno José Duarte. X. Rogério, Marcos Cláudio Pinheiro. XI. Galvani, Diego Barcelos. XII. Embrapa Caprinos e Ovinos. XIII. Série.

CDD (21. ed.) 633.2

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	20
Conclusões.....	37
Referências	38

Genótipos de capim-corrente em condições de luminosidade para sistemas integrados no Semiárido brasileiro

Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu¹

Rita de Kássia Oliveira Tavares²

Jéssica Sousa Maranguape³

Bruna Ferreira Vasconcelos⁴

Henrique Antunes de Souza⁵

Fernando Lisboa Guedes⁶

Luíce Gomes Bueno⁷

Rosilene Oliveira Mesquita⁸

Magno José Duarte Cândido⁹

Marcos Cláudio Pinheiro Rogério¹⁰

Diego Barcelos Galvani¹¹

Resumo: Objetivou-se avaliar genótipos de *Urochloa mosambicensis* sob duas condições de luminosidade com o intuito de selecionar acessos para o programa de melhoramento de forrageiras para o Semiárido brasileiro. Foram estudados nove genótipos de capim-corrente e dois genótipos de *Urochloa brizantha*, como testemunha em duas condições ambientais (pleno sol e sombra artificial, de 50%), em delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 11 × 2, com quatro repetições (vasos). Para tan-

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE

² Engenheira-agrônoma, mestranda em Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, CE

³ Zootecnista, doutoranda em Zootecnia na Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

⁴ Zootecnista, mestranda em Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, CE

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

⁶ Biólogo, doutor em Genética e Melhoramento Vegetal, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE

⁷ Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento Vegetal, pesquisadora da Embrapa Caprinos e Ovinos, Núcleo Regional Centro-Oeste, Campo Grande, MS

⁸ Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, professora do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

⁹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

¹⁰ Médico-veterinário, doutor em Nutrição de Ruminantes, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE

¹¹ Zootecnista, doutor em Nutrição de Ruminantes, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Núcleo Regional Centro-Oeste, Campo Grande, MS

to, avaliaram-se as trocas gasosas e a fluorescência da clorofila A, o fluxo de biomassa e os componentes de biomassa. A taxa de fotossíntese foliar (A) foi superior nos genótipos em ambiente pleno sol, otimizando as trocas gasosas das plantas. Para o fator genótipo, foram observadas menores A nos acessos UmCo-8 (1) UmCO-11 (2), UmCO-14 (2) e UspCO-25 (1), com média de $12,88 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$. As taxas de alongamento foliar (TAIF), de alongamento de colmos (TAIC) e de senescência foliar total (TSFT) foram afetadas pelo ambiente com maiores taxas nos genótipos mantidos sob sombra artificial. O desdobramento da interação ambiente x genótipo para TSFT revelou que os genótipos UmCO-1 (2), UmCO-2 (2) e UmCo-14 (2) apresentaram maiores TSFT em ambientes sombreados em relação ao sol pleno, conferindo menor tempo de vida das folhas. No ambiente sombreado, os genótipos UmCO-2 (2), UmCO-6 (2), UspCO-23 (1) e UspCO-25 (1) apresentaram as menores perdas por senescência. Não foi observado efeito de ambiente sobre a TApF, com média de 0,18 folha por perfilho por dia. As maiores TAF foram obtidas nos genótipos UmCO-1 (2), UmCO-8 (1) e BRS Paiaguás. A biomassa de forragem total (BFT) apresentou efeito do fator ambiente, com maior produção de biomassa nos genótipos mantidos sob sombra artificial. A BCV apresentou superioridade dos genótipos no ambiente sob sombra artificial. A interação ambiente x genótipo para PPerRep, mostrou que os acessos UmCO-4 (1), UmCO-6 (2) e UmCO-14 (2) apresentaram maior percentual de perfilhos reprodutivos em ambiente de pleno sol. A eficiência de uso da água (EUA) dos genótipos de *Urochloa mosambicensis* foi superior em ambiente sombreado. Os genótipos mantidos em ambiente de sol apresentaram maior capacidade biomassa de raiz (BRAIZ). Os genótipos de *Urochloa mosambicensis* apresentam capacidade de adaptação ao ambiente sombreado, refletindo em taxas de produção e de acúmulo de forragem semelhantes às cultivares comerciais avaliadas, à exceção do UmCO-11 (2).

Termos para indexação: acessos, *Urochloa mosambicensis*, ecofisiologia de plantas forrageiras, sombreamento.

Sabi grass genotypes in luminosity conditions for integrated systems in the Brazilian semi-arid region

Abstract: The objective was to evaluate *Urochloa mosambicensis* genotypes under two light conditions in order to select accessions for the forage breeding program for the Brazilian semi-arid region. Nine genotypes of *Urochloa mosambicensis*, and two genotypes of *Urochloa brizantha* as a control, were studied in two environmental conditions (full sun and artificial shade, 50%), in a completely randomized experimental design in an 11 × 2 factorial arrangement, with four replications. For this purpose, gas exchange and chlorophyll-a fluorescence, biomass flow and biomass components were evaluated. The leaf photosynthesis rate (A) was higher in genotypes in full sun, optimizing plant gas exchange. For the genotype factor, smaller A were observed in the UmCo-8 (1), UmCO-11 (2), UmCO-14 (2) and UspCO-25 (1) accessions, with an average of 12.88 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$. The leaf elongation rate (TAIF), the culm rate (TAIH) and the total leaf senescence rate (TSFT) were affected by the environment with higher rates in the genotypes kept under artificial shade. The unfolding of the environment x genotype interaction for TSFT revealed that UmCO-1 (2), UmCO-2 (2) and UmCO-14 (2) genotypes presented higher TVF in shaded environments in relation to full sun, conferring a shorter lifespan of the leaves. In the shaded environment, UmCO-2 (2), UmCO-6 (2), UspCO-23 (1) and UspCO-25 (1) genotypes showed the lowest losses due to senescence. There was no effect of environment on TApF, with an average of 0.18 leaf.tiller.day⁻¹. The highest TAF were obtained in UmCO-1 (2), UmCO-8 (1) and BRS Paiaguás genotypes. The total herbage biomass (BFT) showed an effect of the environment factor, with greater biomass production in the genotypes kept under artificial shade. The green culm biomass (BCV) showed superiority of the genotypes in the environment under artificial shade. The environment x genotype interaction for PPerRep, showed that the accessions UmCO-4 (1), UmCO-6 (2) and UmCO-14 (2), presented a greater number of reproductive tillers in full sun environment. The EUA of *Urochloa mosambicensis* genotypes was superior in shaded environment. The genotypes kept in a sunny environment showed higher root biomass (BRAIZ). The *Urochloa mosambicensis* genotypes have the ability to adapt to the shaded environment,

reflecting in production rates and forage accumulation similar to the evaluated commercial cultivars, with the exception of UmCO-11 (2).

Index terms: access, *Urochloa mosambicensis*, forage plant ecophysiology, shading.

Introdução

A escassez de alimentos para os rebanhos durante os longos períodos de estiagem é, sem dúvida, um dos maiores entraves ao desenvolvimento da pecuária na região semiárida brasileira. Os pesquisadores têm feito esforços para auxiliar os pecuaristas a encontrarem soluções para esse problema, buscando plantas forrageiras mais adaptadas às condições edafoclimáticas e socioeconômicas da região.

Na pecuária, os sistemas silvipastoris têm potencial de substituir com vantagem os atuais ecossistemas de pastagens cultivadas, que em sua grande maioria são constituídas por monoculturas de gramíneas forrageiras, tornando, assim, a atividade mais sustentável, econômica e ambientalmente (Franke et al., 2001).

Um dos sucessos de sistemas pastoris no ambiente Semiárido é a escolha acertada das espécies componentes do sistema (Andrade et al., 2004). No caso de forrageiras, é necessário selecionar espécies com boa capacidade produtiva, tolerantes à seca e ambientadas às condições edafoclimáticas da região e, principalmente, tolerantes ao sombreamento.

O capim-corrente (*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Daudy) é uma gramínea de origem africana, adaptada às regiões quentes, com alta tolerância à seca, necessitando de precipitação pluvial média anual entre 300 mm e 800 mm para seu estabelecimento e desenvolvimento (Araújo Filho, 2013). Morfologicamente, é muito parecida com espécies de braquiárias cultivadas, aceita o seu cultivo em vários tipos de solo, apresentando potencial forrageiro para os sistemas produtivos pecuários, incluindo-se a combinação com outras forrageiras (Bueno et al., 2022). Portanto, a avaliação de genótipos da espécie *Urochloa mosambicensis* no ambiente Semiárido em condições de sombreamento ou não permite identificar e selecionar genótipos mais adaptados para os programas de melhoramento genético, visando a melhoria da oferta de forragem em diferentes sistemas de produção, sejam esses integrados ou mesmo nos pastos em monocultivos da região, permitindo melhorar os índices produtivos e a segurança alimentar dos rebanhos.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar genótipos de *Urochloa mosambicensis* sob duas condições de luminosidade (sol pleno e sombra artificial 50%), com

o intuito de selecionar acessos para o programa de melhoramento de forrageiras para o Semiárido brasileiro.

Com os esforços do trabalho a Embrapa busca atingir a Agenda 2030 das Organizações das Nações Unidas (ONU). Assim, através dos resultados alcançados neste trabalho vislumbra-se o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2, referente à Fome Zero, nas metas 2.3, produtividades de pequenos ruminantes; 2.4, em agrobiodiversidade genética e sementes; ODS 8, com trabalho decente, através da meta 8.2, que trata da produtividade e inovação; ODS 9, com a indústria, inovação e investimento, pela meta 9.5, para a pesquisa científica e a capacidade tecnológica; 9.b, com apoio à inovação e pesquisa e o ODS 12, consumo e produção responsável, pela meta 12.4, através do manejo de produtos químicos e resíduos.

Material e Métodos

Local, duração do experimento e características climáticas

O experimento foi conduzido na Fazenda Três Lagoas, pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos situada em Sobral, CE, sob coordenadas geográficas de 3°45'00.77" latitude sul, longitude a oeste de Greenwich de 40°20'38.55" e altitude aproximada de 101 m em relação ao nível do mar, no período de julho de 2021 a dezembro de 2021. O clima da cidade de Sobral, segundo classificação de Köppen-Geiger, é do tipo BSh, Semiárido quente, com chuvas compreendidas no período verão-outono, precipitações e temperaturas médias de 912 mm e 28,5 °C, respectivamente, conforme informações meteorológicas da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, órgão da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (Funceme, 2016). Os dados médios de temperatura do ar, umidade relativa e precipitação pluviométrica acumulada no período de condução do experimento encontram-se na Figura 1.

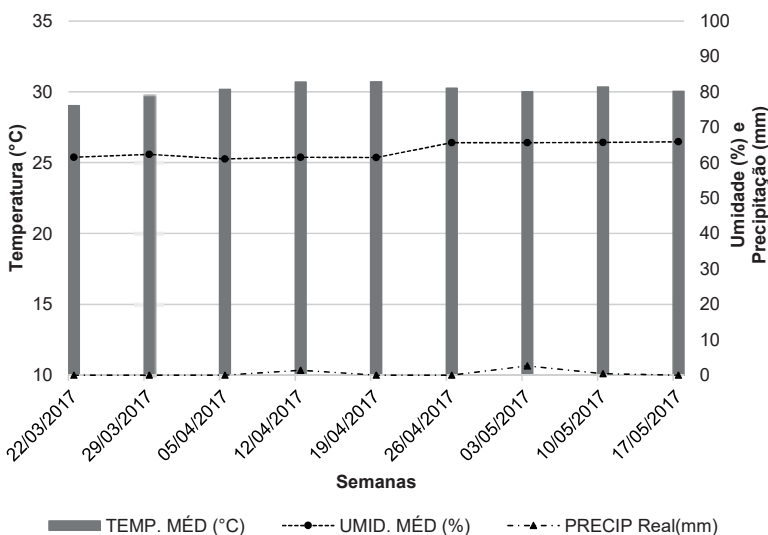


Figura 1. Precipitação pluviométrica, temperatura do ar média e umidade relativa do ar média durante o período experimental.

Fonte: Funceme (2016).

Coleta e caracterização do solo

Utilizou-se como substrato a camada de 0 cm–20 cm de um solo do tipo Luvisolo Crômico (Santos et al., 2013) coletado no município de Sobral, CE. Como procedimento de coleta, foi realizada a limpeza superficial da área para retirada da serrapilheira e coleta do solo. Em seguida, o solo passou por destorroamento e peneiramento para eliminação de partes grosseiras e materiais estranhos. As análises químicas e granulométrica do solo encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos da camada de 0 cm–20 cm do solo Luvisolo.

pH	MO	P	K	Ca	Mg	H + Al	Al	SB	CTC
H ₂ O	g.dm ⁻³	--- mg-dm ⁻³ ---		----- cmolc-dm ⁻³ -----					
5,6	9	2	62,4	17	0,8	1,8	0,1	2,66	4,56
V	S	Na		CE					
%	mg-dm ⁻³		dS m ⁻¹						
58,3	2	3,7		0,02					
Argila		Silte		Areia total		Areia grossa		Areia fina	
----- g-kg ⁻¹ -----									
141		9		850		500		350	

pH – potencial hidrogeniônico; MO – matéria orgânica (muito baixo); P – fósforo (muito baixo); K – potássio (médio); Ca – cálcio (muito bom); Mg – magnésio (médio); H + Al – acidez potencial (baixo); Al – alumínio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions; V – saturação por bases; S – enxofre; CE – condutividade elétrica.

Tratamentos e delineamento experimental

Foram avaliados nove genótipos de capim-corrente (*Urochloa mosambicensis*): UmCO-1 (2), UmCO-2 (2), UmCO-4 (1), UmCO-6 (2), UmCO-8 (1), UmCO-11 (2), UmCO-14 (2), UspCO-23 (1), UspCO-25 (1), pré-selecionados do programa de melhoramento de *Urochloa mosambicensis* da Embrapa (coleção inicial intercambiada da Embrapa Gado de Corte para a Embrapa Caprinos e Ovinos). Como testemunhas, foram utilizados dois genótipos de *Urochloa brizantha* syn. *Brachiaria brizantha*, sendo o BRS Piatã e o BRS Paiaguás.

Os genótipos foram submetidos a duas condições de luminosidade (pleno sol e sombreamento artificial com 50% de transmitância).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 11×2 , sendo nove genótipos de *Urochloa mosambicensis* e dois genótipos registrados de *Urochloa brizantha* como testemunha, sob duas condições ambientais, com quatro repetições (vasos), totalizando 88 unidades experimentais.

Plantio e estabelecimento do ensaio

O ensaio foi conduzido em vasos com capacidade de 10 L e foram preenchidos com $8,0 \text{ dm}^3$ de solo, sendo alocados em oito bancadas de metal com dimensões de $3 \text{ m} \times 1 \text{ m}$, a $0,8 \text{ m}$ acima do nível do solo.

A partir dos resultados da análise de solo, procederam-se às correções de acordo com Alvarez et al. (1999). O solo foi corrigido para P ($70 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ou $35 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) e K ($20 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ou $10 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$), utilizando como fontes desses nutrientes superfosfato simples (18% de P_2O_5) e cloreto de potássio (60% de K_2O), respectivamente. Convertendo os valores para o volume do solo de $8,0 \text{ dm}^3$, utilizaram-se 280 mg de P_2O_5 e $86,3 \text{ mg}$ de K_2O por vaso em única aplicação. A prática da calagem não foi necessária, tendo em conta a saturação por bases de 58,3%, atendendo as exigências das gramíneas (Alvarez et al., 1999).

A semeadura foi realizada com em média 30 sementes por vaso, sendo efetuado o pré-desbaste aos 8 dias após a emergência, permanecendo doze plantas por vaso, que foram reduzidas para três, após o desbaste final, executado 20 dias após a emergência. A aplicação de adubo nitrogenado foi realizada dez dias após a emergência das plântulas, tendo como fonte de nitrogênio a ureia (45% de N). O adubo foi aplicado via água de irrigação para evitar perdas por volatilização em dose equivalente a $25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ciclo ou $12,5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^3$ de solo, perfazendo uma aplicação de $107,9 \text{ mg}$ de ureia para o volume de solo de $8,0 \text{ dm}^3$.

A lâmina de irrigação utilizada segue como parâmetro a evaporação coletada do tanque Classe A (Medeiros et al., 2013), para estimativa da evapotranspiração de referência (Eto). O tanque Classe A é pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos, bem próximo ao local da pesquisa (Figura 2). O cálculo

da lâmina de irrigação utilizada no período experimental (100% da evapotranspiração de referência – Eto) foi composto pelo produto da equação: evaporação do tanque (milímetros por dia) * Kp do tanque (0,85) * área do vaso (0,057591 m²). A coleta dos dados de evaporação foi realizada diariamente por volta de 08h30. A lâmina de água média aplicada durante a execução da pesquisa foi de 6,70 mm-dia⁻¹.

Foto: Roberto Cláudio F. Pompeu



Figura 2. Localização do tanque Classe A, na área das plantas avaliadas em ambiente pleno sol.

Após 52 dias de estabelecimento, procedeu-se ao corte das gramíneas a 12 cm de altura (Figura 3A), levando em consideração a estabilização do número de folhas vivas por perfilho do genótipo mais tardio. Após o corte de uniformização, as gramíneas receberam adubação nitrogenada de cobertura em duas frações e foram mantidas em dois ambientes: pleno sol e sombreamento artificial.

Para a construção da cobertura sombreada, as estruturas foram confeccionadas com estacas de bambu (Figura 3B), sendo cobertas por telas pretas de polipropileno (sombrite) permitindo 50% de transmissão luminosa (sombrite de 50%). A orientação das mesas foi no sentido Leste-Oeste (Figura 3C), que é de onde o sol nasce para onde o sol se põe, sentido que apresenta maior número de horas de incidência de luz direta. Os vasos foram alocados nas mesas, considerando distância de 40 cm entre si.



Fotos: Roberto Cláudio F. Pompeu

Figura 3. Corte das gramíneas a 12 cm de altura (A); estrutura da cobertura dos vasos com telas de polipropileno (50% de sombra) (B); orientação das mesas no sentido Leste-Oeste (C).

Trocas gasosas e fluorescência da clorofila A

As avaliações de trocas gasosas e da fluorescência da clorofila A foram realizadas em média de 15 dias após cada corte, considerando o tempo médio para expansão completa entre a primeira e segunda folha produzida na rebrotação de todos os genótipos. Em cada uma das unidades experimentais, foi escolhida uma folha em um perfilho, selecionado em touceiras com altura semelhante à média do dossel. As leituras foram efetuadas na região mediana do limbo foliar, sempre escolhendo folhas sem a presença de injúrias e a última completamente expandida. Essas aferições eram pontuais, nos horários das 09h às 11h, após a irrigação dos vasos.

Utilizou-se o analisador de CO_2 por infravermelho (Irga – Infra Red Gas Analyser), modelo Li 6400 XT (Li-COR, USA), equipado com fonte de luz artificial 6400-02B Red Blue (Figura 4A). A fonte de luz foi ajustada para emissão de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) compatível com o ambiente, sendo média de $1.900 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ para as plantas mantidas em pleno sol e média $850 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ para as plantas sombreadas. O Irga foi ajustado para trabalhar com fluxo de ar de $400 \mu\text{mol s}^{-1}$, temperatura da folha de $31 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e concentrações de CO_2 e H_2O dentro da câmara de medição em torno de $400 \pm 1 \mu\text{mol mol}^{-1}$ e $21 \pm 1 \text{ mmol mol}^{-1}$, respectivamente.

Foram analisadas as variáveis taxa de fotossíntese foliar (A), condutância estomática (gs), concentração interna de CO_2 na folha (C_i), taxa de transpiração foliar (E), temperatura foliar (TFol), eficiência de uso da água (A/E), eficiência de carboxilação (A/ C_i), eficiência quântica efetiva do fotossistema II (ϕPSII), dissipação fotoquímica (qP) e taxa de transporte de elétrons (ETR). O índice relativo de clorofila (IRC) foi obtido pelo clorofilômetro (SPAD-502, Minolta), tomando uma média de seis leituras no vaso com a mesma condição de crescimento no mesmo dia e horário da avaliação das trocas gasosas, por volta de 9h e 10h da manhã (Figura 4B).

Fotos: Roberto Cláudio F. Pompeu



Figura 4. Avaliação das trocas gasosas e da fluorescência da clorofila (A); índice relativo da clorofila em folhas de acessos de capim-corrente (B).

Fluxo de biomassa dos genótipos

Foram identificados três perfilhos com anéis de fios telefônicos de diferentes cores (Figuras 5A e B). Nos referidos perfilhos, registrou-se, a cada três dias, o comprimento total e o da porção verde das lâminas não completamente mortas a partir da lígula da própria folha, quando já expandida, ou da lígula da folha recém-expandida, quando emergente. O comprimento da porção senescente foi obtido pela diferença entre o comprimento total da lâmina foliar ao tempo de sua completa expansão e o comprimento de sua porção ainda verde. A estimativa do alongamento das hastes foi efetuada por meio do re-

gistro da distância da lígula exposta mais alta em relação à base do colmo, de forma que fosse seguida a inclinação desses, em leituras sucessivas ao longo do período de crescimento.

Foram determinados os índices gravimétricos para alongamento das hastes, das folhas e para senescência foliar. Para tanto, ao final do período de crescimento de cada corte (avaliação), foram colhidos três perfilhos por vaso, levados ao laboratório e separados em pseudocolmos, lâminas foliares expandidas e lâminas foliares emergentes. Cada uma dessas frações teve seu comprimento total registrado e foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 60 °C até peso constante, e pesadas, com obtenção do índice de peso por unidade de comprimento da lâmina foliar emergente (α_1), da lâmina foliar expandida (α_2) e das hastes (β). Assim, estimou-se a taxa de produção de forragem (TPF) e de acúmulo de forragem (TAF), durante o ciclo de crescimento, a partir da taxa de alongamento foliar (TAIF) e de senescência (TSFT) de lâmina foliar, da taxa de alongamento dos colmos (TAIC) e da densidade populacional de perfilhos (DPP), conforme Davies et al. (1993). Além disso estimou a taxa de aparecimento foliar (TApF) e seu inverso, o filocrono, que estima o tempo (em dias) da completa expansão de uma nova folha.



Fotos: Roberto Cláudio F. Pompeu

Figura 5. Identificação dos vasos e dos perfilhos (A e B); avaliação da morfogênese no campo (C).

Características estruturais dos genótipos

Ao término de cada ciclo (ciclos 1, 2 e 3), obedecendo ao período de descanso adotado para a forrageira (30 dias) para as rebrotações, todas as plantas de cada unidade experimental (vaso) foram colhidas e levadas ao laboratório para separação dos componentes: folha expandida, folha emergente, pseudocolmo (colmo + bainha), material morto e inflorescência (Figura 6A). Após a separação dos componentes da planta, as amostras foram colocadas em estufa de ventilação forçada (60 °C até peso constante), para posterior cálculo das produções de biomassa de forragem total (BFT, gMS por vaso), biomassa de lâmina foliar verde (BLV, gMS por vaso) e de biomassa de colmo verde (BCV, BFT, gMS por vaso).

A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi contabilizada em cada vaso (repetição), a cada intervalo de avaliação. Também foi contabilizado o número de perfilhos reprodutivos (PPerfRep), para a obtenção do percentual de perfilhos reprodutivos dos acessos avaliados.

A lâmina diária de irrigação (mm.dia^{-1}) foi registrada e a partir da qual se chegou à lâmina total aplicada durante o ciclo, que serviu de base para o cálculo da eficiência de uso da água (EUA - $\text{gMS}\cdot\text{mm}^{-1}$ de água aplicada). No último ciclo, as raízes foram retiradas dos vasos (Figura 6B), lavadas com água sob pressão em peneiras e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal e Forragicultura da Embrapa Caprinos e Ovinos, para pré-secagem a 60 °C até peso constante, de modo a se calcular a biomassa da raiz (BRAIZ, gMS por vaso).

Fotos: Roberto Cláudio F. Pompeu



Figura 6. Fracionamento das amostras no laboratório (A); extração das raízes dos vasos (B).

Análise estatística dos dados

Os dados foram agrupados na média dos três ciclos de crescimento e comparados estatisticamente por análise de variância, teste de comparação de médias, em que a interação ambiente x genótipo foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade. Para o efeito de cada fator (ambiente e genótipo), foi utilizado o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Como ferramenta ao auxílio às análises estatísticas, utilizou-se o software estatístico Sisvar 2021, versão 5.8 (Ferreira, 2021).

Resultados e Discussão

Foi observado interação ambiente x genótipo ($P < 0,05$) para as variáveis condutância estomática (gs) e taxa de transpiração foliar (E) das trocas gasosas. Para o fator genótipo, houve efeito ($P < 0,05$) nas variáveis condutância estomática (gs), índice relativo de clorofila (IRC), eficiência quântica efetiva do fotossistema II (ϕ PSII), dissipação fotoquímica (qP) e taxa de transporte de elétrons (ETR) (Tabela 2).

A taxa de fotossíntese foliar (A) foi superior ($P < 0,05$) nos genótipos em ambiente pleno sol, cuja radiação no momento da avaliação era de $1.900 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ e as plantas haviam recebido suprimento de água, potencializando instantaneamente a fotossíntese em 65,51% e otimizando as trocas gasosas das plantas pelo aumento da taxa de transpiração foliar (E), contribuindo na redução do aquecimento das folhas, apesar de não ter havido diferenças significativas na condutância estomática (gs). De acordo com Pan et al. (2004), as plantas reduzem a atividade enzimática e a síntese da enzima ribulose-1,5-bisfosfato-carboxilase oxigenase (Rubisco) em ambientes sombreados. Portanto, em termos bioquímicos, a redução da atividade da Rubisco diminui a carboxilação das moléculas orgânicas para produção de fotoassimilados, com a consequente elevação da concentração de dióxido de carbono livre no mesofilo (Larcher, 2006), proporcionando redução da eficiência de uso da água (A/E) (Tabela 2). Ainda, de acordo com o autor, gramíneas de metabolismo C4 são mais aptas a utilizar altas intensidades de radiação graças à maior capacidade de transporte de elétrons (ETR), devido à maior eficiência de utilização da luz pelos fotossistemas, desde que estejam com suprimento hídrico e nutricional adequados.

Para o fator genótipo, foram observadas menores ($P > 0,05$) taxas de fotossíntese foliar nos acessos UmCO-8 (1), UmCO-11 (2), UmCO-14 (2) e UspCO-25 (1), com média de $12,88 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, semelhantes à cultivar comercial BRS Paiaguás, porém inferior em 43,25% à média dos demais genótipos, podendo indicar ineficiência instantânea do processo fotossintético já que as plantas estavam supridas hidricamente no ato da avaliação. Tal resultado é reflexo da menor taxa de transpiração dos referidos genótipos, regulada pela condutância estomática, reduzindo a captação de luz pelo complexo antena do fotossistema II. Apesar disso, observa-se que a etapa fotoquímica

do genótipo UspCO-25 (1) não foi fator limitante para realização da fotossíntese, pois a eficiência quântica efetiva do PSII não foi afetada, tampouco a taxa de transporte de elétrons (ETR). A eficiência quântica efetiva (ϕ PSII), descrita pela razão $\Delta F/F_m'$, indica qual a proporção de luz que foi absorvida pela clorofila associada ao FSII e utilizada em atividade fotoquímica (Baker; Rosenqvist, 2004).

Houve significância ($P < 0,05$) em relação à interação ambiente x genótipo, e foi observada menor condutância estomática (g_s) e transpiração foliar nos acessos UmCO-8 (1) e BRS Paiaguás em ambiente pleno sol (Tabela 3), podendo ser explicada pela resposta fisiológica da planta a uma condição de estresse. As plantas, mesmo gramíneas do metabolismo C₄, sob estresse decorrente de elevada temperatura e baixa concentração de vapor de água atmosférico, fecham os estômatos para reduzir a perda de água por transpiração, limitando a entrada de CO₂ para o processo fotossintético e reduzindo a condutância estomática (Kaiser, 1987; Kuwahara et al., 2016). Em ambiente de sombra artificial (50%), foi observada redução ($P < 0,05$) na g_s dos acessos UmCO-11 (2), UmCO-14 (2) e UspCO-25 (1), apesar de não ter havido efeito sobre a taxa de transpiração foliar.

O índice relativo de clorofila (IRC) foi superior ($P < 0,05$) nos genótipos mantidos sob sombra artificial, resultado da compensação à menor quantidade de radiação disponível, reduzindo a taxa de degradação dos pigmentos clorofilados em relação àqueles expostos a pleno sol. Resultados semelhantes foram relatados por Martuscello et al. (2009), ao avaliarem genótipos comerciais do gênero *Brachiaria* sob níveis crescentes de sombreamento. De acordo com os autores, folhas que se desenvolvem em ambiente de sombra apresentam maior concentração de clorofilas que aquelas que se desenvolvem a pleno sol devido ao maior desenvolvimento de grana, aumentando a proporção de clorofila b. Apesar disso, o acréscimo do IRC das plantas mantidas sob sombreamento foi de apenas 3,8 pontos percentuais, podendo inferir na boa capacidade de adaptação das folhas desses acessos a ambos os ambientes.

As taxas de alongamento foliar (TAIF) dos colmos (TAIC) e de senescência foliar total (TSFT) foram afetadas ($P < 0,05$) (Tabela 4) pelo ambiente com maiores taxas nos genótipos mantidos sob sombra artificial, em decorrência do processo de alongamento e de senescência dos órgãos serem influenciados pela ausência de luz no interior das plantas.

Tabela 2. Médias gerais e significâncias da análise de variância dos efeitos isolados ambiente, genótipo e interação ambiente x genótipo sobre as trocas gasosas e fluorescência da clorofila A dos genótipos de *Urochloa mosambicensis* submetidos a duas condições ambientais.

Ambiente	A	gs	E	Tfol	Ci	A/Ci	A/E	φPSII	qP	ETR	IRC
	----- $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ -----		°C		ppm				$\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$		Unid. SPAD
Pleno sol	20,06 A	0,10	5,16 A	38,85 A	130,03 B	0,19 A	3,94 A	0,16 B	0,42 B	118,76 A	25,55 B
Sombra artificial (50%)	12,12 B	0,10	4,65 B	36,61 B	248,52 A	0,06 B	2,70 B	0,21 A	0,45 A	99,95 B	26,52 A
Significância F	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	*
Genótipo											
UmCO-1 (2)	18,63 A	0,11 A	4,95 A	37,55	189,18	0,12	3,32	0,19 A	0,46 A	114,10 A	27,11 A
UmCO-2 (2)	18,62 A	0,11 A	4,72 A	37,65	180,11	0,13	3,21	0,19 A	0,46 A	116,39 A	26,18 A
UmCO-4 (1)	18,30 A	0,11 A	5,06 A	37,80	185,60	0,12	3,28	0,19 A	0,46 A	111,66 A	27,26 A
UmCO-6 (2)	18,78 A	0,12 A	5,54 A	37,6	176,48	0,13	3,3	0,21 A	0,45 A	126,01 A	28,06 A
UmCO-8 (1)	10,07 B	0,08 B	3,68 B	38,07	192,03	0,10	3,15	0,16 B	0,41 B	93,89 B	26,25 A
UmCO-11 (2)	12,01 B	0,09 B	4,17 B	37,52	194,21	0,13	3,52	0,17 B	0,42 B	102,98 B	24,20 B
UmCO-14 (2)	14,57 B	0,09 B	4,94 A	37,62	195,94	0,10	3,2	0,18 B	0,42 B	106,35 B	26,76 A
UspCO-23 (1)	17,94 A	0,11 A	4,94 A	37,81	189,01	0,14	3,35	0,18 B	0,45 A	106,45 B	27,34 A

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ambiente	A	gs	E	Tfol	Ci	A/Ci	A/E	φPSII	qP	ETR	IRC	
	-----μmol.m ⁻² .s ⁻¹ -----		°C	ppm	μmol.m ⁻² .s ⁻¹							Unid. SPAD
UspCO-25 (1)	14,88 B	0,08 B	3,37 B	37,74	185,34	0,11	3,31	0,19 A	0,45 A	111,26 A	26,09 A	
BRS Paiguás	13,18 B	0,08 B	3,64 B	38,01	215,78	0,12	3,54	0,16 B	0,37 B	91,93 B	22,82 B	
BRS Piatã	20,02 A	0,12 A	5,47 A	37,63	178,39	0,16	3,39	0,20 A	0,46 A	121,90 A	24,34 B	
Significância F	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**	*	**	**	
CV (%)	35,72	29,94	28,33	2,42	19,88	37,36	16	15,3	12,41	14,67	8,01	
GEN x AMB	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

A- taxa de fotossíntese foliar; gs- condutância estomática; E- taxa de transpiração foliar; Tfol- temperatura foliar; Ci- concentração interna de CO₂ na folha; A/Ci- eficiência de carboxilação; A/E- eficiência de uso da água; φPSII- eficiência quântica efetiva do fotossistema II; qP- dissipação fotoquímica; ETR: taxa de transporte de elétrons; IRC- índice relativo de clorofila. Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05). *, P<0,05; **, P<0,01.

Tabela 3. Interação ambiente x genótipo para condutância estomática e taxa de transpiração foliar dos genótipos de *Urochloa mosambicensis* submetidos a duas condições ambientais.

Genótipo	Ambiente			
	gs ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)		E ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	
	Pleno sol	Sombra artificial (50%)	Pleno sol	Sombra artificial (50%)
UmCO-1 (2)	0,11 Aa	0,12 Aa	5,08 Aa	4,81 Aa
UmCO-2 (2)	0,11 Aa	0,12 Aa	5,37 Aa	4,07 Aa
UmCO-4 (1)	0,11 Aa	0,12 Aa	5,32 Aa	4,81 Aa
UmCO-6 (2)	0,13 Aa	0,11 Aa	6,26 Aa	4,84 Aa
UmCO-8 (1)	0,05 Bb	0,11 Aa	2,90 Ba	4,46 Aa
UmCO-11 (2)	0,12 Aa	0,06 Bb	5,17 Aa	3,16 Ab
UmCO-14 (2)	0,11 Aa	0,08 Ba	5,04 Aa	4,84 Aa
UspCO-23 (1)	0,10 Aa	0,12 Aa	4,97 Aa	4,91 Aa
UspCO-25 (1)	0,10 Aa	0,06 Ba	2,74 Ba	4,01 Aa
BRS Paiaguás	0,05 Bb	0,11 Aa	2,71 Ba	4,56 Aa
BRS Piatã	0,13 Aa	0,11 Aa	6,40 Aa	4,53 Ab
Significância F		*		*

gs- condutância estomática; E- taxa de transpiração foliar. Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). *: $P < 0,05$.

Tabela 4. Médias gerais e significâncias da análise de variância dos efeitos isolados ambiente, genótipo e interação ambiente x genótipo sobre o fluxo de biomassa dos genótipos de *Urochloa mosambicensis* submetidos a duas condições ambientais.

Ambiente	TAIF	TAIC	TSFT	TApF	Fil	NFV	TPF	TAF	AltPseud
	cm por perfilho por dia	cm por perfilho por dia	cm por perfilho por dia	folha por perfilho por dia	dias	folha por perfilho por dia	gMS por vaso	gMS por vaso	cm
Pleno sol	1,38 B	0,38 B	0,99 B	0,18	5,63	4,42	0,57 A	0,36	16,80 B
Sombra artificial (50%)	2,14 A	0,49 A	1,14 A	0,18	5,54	4,56	0,51 B	0,34	21,01 A
Significância F	**	**	**	n.s	n.s	n.s	*	n.s	**
Genótipo									
UmCO-1 (2)	1,79 C	0,44 B	1,16 B	0,20 A	5,28 B	4,92 A	0,63 A	0,37 A	18,82 B
UmCO-2 (2)	1,49 D	0,30 C	0,97 B	0,17 B	5,62 B	4,36 B	0,44 B	0,26 B	14,97 C
UmCO-4 (1)	1,41 D	0,68 A	1,35 A	0,15 B	6,33 A	3,81 B	0,58 A	0,35 A	24,50 A
UmCO-6 (2)	1,29 D	0,73 A	1,25 A	0,17 B	5,74 A	4,18 B	0,63 A	0,43 A	24,64 A
UmCO-8 (1)	2,36 A	0,46 B	1,42 A	0,20 A	5,15 B	4,94 A	0,59 A	0,38 A	20,37 B
UmCO-11 (2)	1,43 D	0,74 A	1,40 A	0,17 B	6,04 A	3,96 B	0,45 B	0,29 B	27,41 A
UmCO-14 (2)	2,01 B	0,28 C	1,17 B	0,20 A	5,32 B	4,89 A	0,61 A	0,36 A	14,31 C

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Ambiente	TAIF	TAIC	TSFT	TApF	Fil	NFV	TPF	TAF	AltPseud
	cm por perfilho por dia	cm por perfilho por dia	folha por perfilho por dia	dias	folha por perfilho por dia	gMS por vaso	cm		
UspCO-23 (1)	1,79 C	0,39 B	1,12 B	0,19 A	5,35 B	4,63 A	0,51 B	0,34 A	18,51 B
UspCO-25 (1)	1,60 C	0,33 C	1,07 B	0,19 A	5,48 B	4,66 A	0,49 B	0,28 B	16,78 B
BRS Paiaguás	2,47 A	0,39 B	0,51 C	0,19 A	5,20 B	4,77 A	0,54 A	0,43 A	18,73 B
BRS Piatá	1,70 C	0,08 D	0,30 D	0,17 B	5,96 B	4,26 B	0,46 B	0,38 A	8,88 D
Significância F	**	**	**	**	**	0,0000	**	**	**
CV (%)	13,45	27,99	16,27	10,68	8,73	10,67	24,09	27,42	17,23
GEN x AMB	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	**	**

TAIF – Taxa de alongamento foliar; TAIC – Taxa de alongamento dos colmos; TSFT – Taxa de senescência foliar total; TApF – Taxa de aparecimento foliar; Fil – filocrono; NFV – Número de folhas vivas por perfilhos; TPF – Taxa de produção de perfilhos; TAF – Taxa de produção de forragem; ALTpseud – Altura do pseudocolmo. Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). *, $P < 0,05$; **, $P < 0,01$.

O desdobramento da interação ambiente x genótipo ($P < 0,05$) para taxa de senescência foliar total (TSFT) (Tabela 5) revelou que os genótipos UmCO-1 (2), UmCO-2 (2) e UmCo-14 (2) apresentaram maiores TSFT em ambientes sombreados em relação ao pleno sol, conferindo menor tempo de vida das folhas. Em ambiente a pleno sol, os genótipos UmCO-4 (1), UmCO-6 (2), UmCO-8 (1) e UmCO-11 (2) apresentaram as maiores ($P < 0,05$) perdas por senescência (Tabela 5), devido à maior precocidade em acelerar o processo de morte das folhas, induzido pelo florescimento precoce, à exceção do acesso UmCO-8 (1), cuja causa da elevada senescência foliar de acordo com Cândido et al. (2005), tenha sido pelo elevado comprimento foliar reduzindo a qualidade da luz transmitida nas camadas sucessivas de folhas devido ao elevado coeficiente de extinção luminosa. No ambiente sombreado, os genótipos UmCO-2 (2), UmCO-6 (2), UspCO-23 (1) e UspCO-25 (1) apresentaram as menores perdas por senescência, semelhantes às cultivares comerciais, resultado dos menores comprimentos de lâminas foliares e da maior plasticidade a ambos os ambientes. Vale observar que as menores TSFT nos genótipos UmCO-2 (2) e UspCO-25 (1) podem estar relacionadas também às maiores AltPseud, aumentando a transmissão da radiação fotossinteticamente ativa, atrasando o processo de senescência das folhas.

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) de ambiente sobre a taxa de aparecimento foliar (TApF), com média de 0,18 folha por perfilho por dia, o que equivale ao filocrono médio de 5,59 dias, o que não era esperado, pois de acordo com Bélanger (1998), a luminosidade favorece a taxa de aparecimento foliar e, plantas sob ambiente sombreado, ocorre intensificação do alongamento do pseudocolmo, causando elevação do meristema apical, o que encurta a distância que a lâmina deve percorrer até emergir do pseudocolmo, reduzindo a TApF.

O fato de não ter havido efeito de ambiente para a variável TApF decorre da avaliação de acessos com diferentes comportamentos fisiológicos e de crescimento, alguns sendo mais precoces com menor tempo para o florescimento e outros mais tardios, com maior tempo em estágio vegetativo. No entanto, foi observado efeito de genótipos ($P < 0,05$), com os acessos UmCO-2 (2), UmCO-4 (1), UmCO-6 (2), UmCO-11 (2) e BRS Piatã apresentando os menores valores, média de 0,17 folha por perfilho por dia, o que equivale ao filocrono de 6,08 dias, enquanto os demais acessos apresentaram média de 0,20 folha por perfilho por dia, com filocrono equivalente a 5,10 dias. Como a duração de vida da folha ficou em torno de 25 dias, não variando entre os

acessos ($P > 0,05$), o número de folhas vivas por perfilho foi reflexo direto da TApF, que também diferiu ($P < 0,05$) entre os acessos.

Para a altura do pseudocolmo (AltPseud), o desdobramento da interação ($P < 0,05$) revelou que em ambos os ambientes os genótipos UmCO-4 (1), UmCO-6 (2) e UmCO-11 (2) apresentaram maiores valores (Tabela 5) e a cultivar comercial BRS Piatã o menor valor médio, sendo o mesmo comportamento observado na TAIC (Tabela 4), cuja intensificação apesar de incrementar a produção de matéria seca, apresenta efeitos negativos na qualidade da forragem produzida e no seu aproveitamento pelos animais em pastejo (Pompeu et al., 2009).

Para as variáveis taxa de produção de forragem (TPF) e de acúmulo de forragem (TAF), houve interação ($P < 0,05$) ambiente x genótipo (Tabela 5). O ambiente pleno sol proporcionou maior TPF ($P < 0,05$) em decorrência da maior densidade populacional de perfilhos (DPP) (Tabela 6), em que os genótipos UmCO-1 (2), UmCO-4 (1), UmCO-6 (2), UmCO-8 (1), UmCO-11 (2) e UmCO-14 (2) apresentaram TPF superior em relação aos demais. Em ambiente de sombra artificial (50%), apenas o genótipo UmCO-11 (2) foi inferior aos demais na TPF (Tabela 5), possivelmente em decorrência de sua menor TAIF (Tabela 4).

Considerando o efeito isolado para ambos os ambientes, as maiores ($P < 0,05$) taxas de acúmulos de forragem (TAF) foram obtidas nos genótipos UmCO-1 (2), UmCO-8 (1) e BRS Paiaguás (Tabela 5). No ambiente pleno sol, os genótipos UmCO-1 (2), UmCO-6 (2), UmCO-8 (1), UmCO-11 (2) e BRS Paiaguás se destacaram, com TAF superiores. Os resultados observados nos genótipos UmCO-1 (2) e BRS Paiaguás são decorrentes das menores TSFT. Apesar dos demais genótipos apresentarem maiores TSFT, o UmCO-6 (2) e o UmCO-11 (2) apresentaram maior TALC, enquanto o UmCO-8 (1) maior TAIF (Tabela 4), contribuindo para maior TAF e que de acordo com Horst et al. (1978), existe alta correlação entre TAIF e produção de biomassa. Bueno et al. (2019) identificaram também maior taxa de alongamento de folhas nos genótipos UmCO-8 (1) e UmCO-14 (2) em avaliações de índices morfogênicos em ambiente controlado de casa de vegetação, evidenciando o potencial de desenvolvimento destes genótipos sob condições diversas. Em ambiente de sombra artificial (50%) apenas o genótipo UmCO-11 (2) foi inferior aos demais genótipos para TAF (Tabela 5), devido à alta TSFT (Tabela 5), o que resultou em menor TPF.

Observou-se interação ($P < 0,05$) ambiente x genótipo para as variáveis estruturais biomassa de lâmina verde (BLV), relação folha/colmo (F/C) e porcentagem de perfilhos reprodutivos (PPerfRep) (Tabela 6). Para as demais variáveis, observou-se efeito de um dos fatores avaliados (ambiente ou genótipo).

A biomassa de forragem total (BFT) apresentou efeito ($P < 0,05$) do fator ambiente (Tabela 6), com maior produção de biomassa nos genótipos mantidos sob sombra artificial (50%), estando relacionada à maior disponibilidade de água presente no solo ao longo do dia, reduzindo a evapotranspiração (Tabela 2), o que refletiu na elevação dos componentes de biomassa de lâminas verdes (BLV) e de colmos verdes (BCV), pois os genótipos em ambiente sombreado tenderam a incrementar a biomassa de colmo em busca de luz e do comprimento de folhas, com o intuito de aumentar a área foliar, fato ratificado pelas elevações das TAIF, TAIC (Tabela 4) e do comprimento final da folha. Quanto ao efeito isolado genótipos, observaram-se maiores ($P < 0,05$) BFTs nos acessos UmCO-1 (2), UmCO-11 (2) e UspCO-23 (1), semelhantes às cultivares testemunhas (BRS Paiaguás e BRS Piatã), fato que pode estar relacionada às maiores biomassas de colmos verdes (BCV) e densidade populacional de perfilhos (DPP) observadas nesses acessos.

O desdobramento da interação ($P < 0,05$) ambiente x genótipo revelou maiores biomassas de lâminas foliares verdes (BLV) nos genótipos UmCO-1 (2), UmCO-8 (1), UmCO-11 (2), UmCO-14 (2), UspCO-23 (1) e BRS Paiaguás em ambiente de sombra artificial (50%) em relação ao ambiente pleno sol com incremento de 82,36% de biomassa de folhas (Tabela 7). Tal fato não era esperado, haja vista que plantas mantidas em pleno sol apresentam maior peso foliar específico (Jumrani; Bhatia, 2020), o que poderia favorecer em maior produção de folhas, ratificado pela elevação da DPP nesse ambiente, com incremento de 11,29% em relação ao ambiente de sombra. Contudo, a magnitude da resposta da DPP em favor a esses genótipos mantidos em pleno sol foi inferior à amplitude das respostas das variáveis BLV e comprimento final da folha, cujos incrementos foram de 54,05% e 46,17% respectivamente, refletindo em maior BLV em ambiente de sombra artificial (50%). Para os demais genótipos, não foram verificadas diferenças de BLV entre ambientes, demonstrando menor plasticidade das folhas em resposta à luz. Em ambos os ambientes, a cultivar comercial BRS Piatã apresentou maior BLV em relação aos demais acessos.

Tabela 5. Interação ambiente x genótipo para taxa senescência foliar total, altura do pseudocolmo, taxa de produção e de acúmulo de forragem dos genótipos de *Urochloa mosambicensis* submetidos a duas condições ambientais.

Genótipo	Ambiente							
	TSFT		AIPseud		TPF		TAF	
	cm por perfilho por dia		cm		gMS por vaso		Sombra artif. (50%)	
	Pleno sol	Sombra artif. (50%)	Pleno sol	Sombra artif. (50%)	Pleno sol	Sombra artif. (50%)	Pleno sol	Sombra artif. (50%)
UmCO-1 (2)	0,97 Bb	1,35 Aa	17,35 Ba	20,30 Ba	0,67 Aa	0,60 Aa	0,39 Aa	0,35 Aa
UmCO-2 (2)	0,84 Bb	1,10 Ba	11,13 Cb	18,80 Ba	0,43 Ba	0,45 Aa	0,21 Ba	0,31 Aa
UmCO-4 (1)	1,31 Aa	1,39 Aa	24,74 Aa	24,27 Aa	0,64 Aa	0,52 Aa	0,34 Ba	0,36 Aa
UmCO-6 (2)	1,23 Aa	1,28 Ba	24,28 Aa	25,00 Aa	0,78 Aa	0,48 Ab	0,55 Aa	0,31 Ab
UmCO-8 (1)	1,35 Aa	1,49 Aa	17,75 Bb	22,99 Aa	0,64 Aa	0,53 Aa	0,41 Aa	0,35 Aa
UmCO-11 (2)	1,38 Aa	1,41 Aa	28,04 Aa	26,78 Aa	0,62 Aa	0,27 Bb	0,47 Aa	0,12 Bb
UmCO-14 (2)	0,96 Bb	1,39 Aa	11,90 Cb	16,72 Ca	0,58 Aa	0,64 Aa	0,32 Ba	0,41 Aa
UspCO-23 (1)	1,01 Ba	1,22 Ba	14,81 Bb	22,22 Aa	0,47 Ba	0,55 Aa	0,32 Ba	0,37 Aa
UspCO-25 (1)	1,01 Ba	1,14 Ba	13,81 Bb	19,76 Ba	0,44 Ba	0,55 Aa	0,20 Ba	0,36 Ab
BRS Paiaguás	0,55 Ca	0,47 Ba	13,39 Bb	24,07 Aa	0,54 Ba	0,55 Aa	0,41 Aa	0,44 Aa
BRS Piatá	0,35 Ca	0,26 Ba	7,61 Ca	10,15 Da	0,44 Ba	0,48 Aa	0,33 Ba	0,43 Aa
Significância F	*		*		**	**	**	**

Nota: TSFT – Taxa de senescência foliar total; AIPseud – Altura do pseudocolmo; TPF – Taxa de produção de forragem; TAF – Taxa de acúmulo de forragem. Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). *, $P < 0,05$; **, $P < 0,01$.

Tabela 6. Médias gerais e significâncias da análise de variância dos efeitos isolados ambiente, genótipo e interação ambiente x genótipo sobre os componentes de biomassa e estrutura dos genótipos de *Urochloa mosambicensis* submetidos a duas condições ambientais.

Ambiente	BFT	BLV	BCV	F/C	PPerfRep	DPP	EUA	BRAIZ
	gMS por vaso			%	perfilho por vaso	gMS mm ⁻¹	gMS por vaso	
Pleno sol	4,46 B	2,59 B	1,28 B	5,18 A	7,24 A	49,99 A	0,02 B	51,32 A
Sombra artificial (50%)	6,50 A	3,99 A	1,92 A	3,98 B	4,70 B	44,92 B	0,03 A	31,62 B
Significância F	**	**	**	**	**	**	**	**
UmCO-1 (2)	6,20 A	3,45 C	2,02 B	1,74 D	0,77 C	49,43 A	0,02 A	45,50 A
UmCO-2 (2)	4,83 B	3,05 C	1,19 C	3,34 C	0,00 C	53,58 A	0,02 B	37,23 B
UmCO-4 (1)	3,82 B	1,37 E	1,92 B	0,66 E	20,04 A	42,79 B	0,01 B	23,26 B
UmCO-6 (2)	4,99 B	1,77 E	2,24 A	0,78 E	20,00 A	43,96 B	0,02 B	33,74 B
UmCO-8 (1)	5,42 B	3,16 C	1,60 B	2,05 D	2,78 C	44,42 B	0,02 B	51,48 A
UmCO-11 (2)	5,72 A	2,53 D	2,24 A	1,11 E	16,06 B	51,63 A	0,02 B	26,39 B
UmCO-14 (2)	5,07 B	3,42 C	1,23 C	3,16 C	2,07 C	51,25 A	0,02 B	50,93 A
UspCO-23 (1)	6,75 A	3,48 C	2,38 A	1,47 D	2,27 C	54,04 A	0,03 A	46,57 A
UspCO-25 (1)	4,40 B	2,38 D	1,29 C	1,89 D	0,16 C	54,46 A	0,02 B	52,56 A

Continua...

Tabela 6. Continuação.

Ambiente	BFT	BLV	BCV	F/C	PPerfRep	DPP	EUA	BRAIZ
	gMS por vaso				%	perfilho por vaso	gMS mm ⁻¹	gMS por vaso
BRS Paiaguás	6,84 A	5,34 B	1,26 C	5,17 B	1,53 C	43,37 B	0,03 A	44,45 A
BRS Piatã	6,26 A	6,24 A	0,22 D	29,06 A	0,00 C	33,09 C	0,03 A	44,05 A
Significância F	**	**	**	**	**	**	**	**

Nota: BFT – Biomassa de forragem total; BLV – Biomassa de lâminas foliares verdes; BCV – Biomassa de colmos verdes; F/C – Relação folha/colmo; PPerfRep – Percentagem de perfilhos reprodutivos; DPP – Densidade populacional de perfilhos; EUA – Eficiência do uso da água; BRAIZ – Biomassa de raiz. Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05). *: P<0,05; **: P<0,01.

A biomassa de colmos verdes (BCV) apresentou superioridade ($P < 0,05$) dos genótipos no ambiente sob sombra artificial (50%), decorrente do processo de alongamento do colmo ser influenciado pela ausência de luz no interior do dossel, como relatado anteriormente. Quanto ao fator genótipo, observou-se que os acessos UmCO-6 (2), UmCO-11 (2) e UspCO-23 (1) apresentaram as maiores BCV, com média de 2,29 gMS.vaso⁻¹ e o BRS Piatã com menor BCV, de 0,22 gMS.vaso⁻¹, enquanto os demais genótipos apresentaram biomassa de colmo intermediários, com média de 1,50 gMS.vaso⁻¹. A biomassa de colmos verdes é uma variável estrutural que, apesar de incrementar a produção de forragem, apresenta efeitos negativos à qualidade da forragem produzida e no seu aproveitamento pelos animais em pastejo, devido à redução do consumo voluntário de matéria seca pelo animal, em decorrência do espessamento da parede celular vegetal secundária, com o acúmulo de lignina e de carboidratos estruturais menos digestíveis. Dessa forma, não há vantagem em manter os pastos por longo período de crescimento, pois pode resultar em aumentos na biomassa de colmo e implica variações na relação folha/colmo, com consequente redução na qualidade da forragem produzida (Pompeu et al., 2010).

A interação ambiente x genótipo ($P < 0,05$) para relação folha/colmo (F/C) mostrou superioridade dos acessos UmCO-2 (2), UspCO-23 (1), BRS Paiaguás e BRS Piatã em ambiente de pleno sol em relação ao ambiente de sombra artificial (Tabela 7). Apesar da menor biomassa de lâminas foliares verdes (BLV) e de colmos verdes (BCV), o ambiente em pleno sol proporcionou a maior relação F/C à exceção do genótipo UmCO-11 (2), resultando em maior qualidade de forragem produzida, devido à menor produção de biomassa de colmo, influenciado pela altura de pseudocolmo (AltPseud). Segundo Cândido et al. (2005), colmos mais desenvolvidos tornam as folhas mais dispersas no perfil do dossel e reduzem a relação F/C. Como visto em ambiente de pleno sol, a AltPseud (Tabela 5) foi inferior para os acessos UmCO-2 (2), UspCO-23 (1) e BRS Paiaguás, o que contribuiu para a maior relação F/C nesse ambiente. Apenas o acesso UmCO-11 (2) apresentou menor relação F/C em ambiente de pleno sol em relação à sombra artificial. Quanto ao fator genótipos, apenas a cultivar BRS Piatã apresentou maior relação F/C em ambos os ambientes, justificado pela menor AltPseud evidenciada na cultivar comercial, também para ambos os ambientes.

Tabela 7. Interação ambiente x genótipo para biomassa de lâmina verde, relação folha/colmo e percentagem de perfilhos reprodutivos dos genótipos de *Urochloa mosambicensis* submetidos a duas condições ambientais.

Genótipo	Ambiente					
	BLV		F/C		PPerfRep	
	gMS por vaso		%		%	
	Pleno sol	Sombra artificial (50%)	Pleno sol	Sombra artificial (50%)	Pleno sol	Sombra artificial (50%)
UmCO-1 (2)	2,53 Cb	4,36 Ba	2,63 Da	2,36 Da	0,85 Ca	0,70 Ba
UmCO-2 (2)	2,67 Ca	3,43 Ca	5,56 Ca	2,52 Db	0,00 Ca	0,00 Ba
UmCO-4 (1)	0,92 Da	1,81 Ca	0,54 Ea	0,97 Da	23,78 Aa	16,30 Ab
UmCO-6 (2)	1,23 Da	2,31 Ca	0,87 Ea	1,10 Da	24,94 Aa	15,07 Ab
UmCO-8 (1)	2,37 Cb	3,96 Ba	3,19 Da	3,51 Ca	3,14 Ca	2,42 Ba
UmCO-11 (2)	1,13 Db	3,94 Ba	0,60 Eb	2,50 Da	19,11 Ba	13,01 Ab
UmCO-14 (2)	2,13 Cb	4,71 Ba	5,52 Ca	5,31 Ba	2,42 Ca	1,73 Ba
UspCO-23 (1)	2,56 Cb	4,39 Ba	5,32 Ca	1,97 Db	2,23 Ca	2,31 Ba
UspCO-25 (1)	2,06 Ca	2,71 Ca	2,44 Da	2,46 Da	0,15 Ca	0,17 Ba
BRS Paiaguás	4,42 Bb	6,25 Aa	9,10 Ba	3,37 Cb	3,06 Ca	0,00 Ba
BRS Piatá	6,48 Aa	5,99 Aa	27,91 Aa	26,38 Ab	0,00 Ca	0,00 Ba
Significância F	*	**	**	*	*	*

Nota: BLV – Biomassa de lâminas verdes; F/C – Relação folha/colmo; PPerfRep – Percentagem de perfilhos reprodutivos. Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). *: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$.

Houve interação ambiente x genótipo ($P < 0,05$) para percentagem de perfilhos reprodutivos (PPerfRep) (Tabela 7), em que os acessos UmCO-4 (1), UmCO-6 (2) e UmCO-11 (2) apresentaram maior número de perfilhos reprodutivos em ambiente de pleno sol em relação ao ambiente sombreado. Tal fato decorre da maior indução ao florescimento dos referidos genótipos em ambos os ambientes, associados à maior sensibilidade ao estresse hídrico dos mesmos quando mantidos em ambiente a pleno sol, que atua como mecanismo de escape. De acordo com Kazan e Lyons (2006), o gene do tempo de floração fotoperiódica, *Gigantea* (GI), que promove floração por meio do fotoperíodo e das vias circadianas, é um regulador-chave da resposta fitogenética de fuga à seca. Nesse contexto, o florescimento prematuro, e que garante a sobrevivência das plantas sob condições de estresse reduz a produção de biomassa de forragem induzindo a senescência acelerada das folhas, por meio da dessecação, seguida de abscisão (Schmalenbach et al., 2014).

Observou-se efeito ($P < 0,05$) de ambiente para densidade populacional de perfilhos (DPP) (Tabela 6). Os acessos mantidos em ambiente sombreado apresentaram menor DPP (44,92 perfilhos por vaso, equivalente a 779 perfilhos por metro quadrado), com redução de apenas 11,21% em relação ao ambiente pleno sol (50 perfilhos por vaso, equivalente a 868 perfilhos por metro quadrado). A maior incidência luminosa sobre os perfilhos estimula a brotação das gemas axilares e basilares, o que acarreta maior perfilhamento (Jewiss, 1972). Por outro lado, em ambientes sombreados o aumento do coeficiente de extinção luminosa provoca redução da relação vermelho:vermelho extremo detectada pelo sistema fitocromo, reduzindo o estímulo às gemas basais e, conseqüentemente o perfilhamento (Deregibus et al., 1985). Apesar disso, os genótipos de *Urochloa mosambicensis* foram tolerantes ao sombreamento, apresentando menor sensibilidade quando comparado ao capim-braquiária (*Urochloa decumbens*), que em estudos anteriores apresentou redução de 38,39% de perfilhos no inverno e de 48,97% no verão quando submetidos à sombra com 50% de transmitância (Paciullo et al., 2008). Vale destacar que a pequena redução do número de perfilhos do ambiente sombreado em relação ao ambiente pleno sol confere a *Urochloa mosambicensis* como uma espécie tolerante ao sombreamento, com gemas axilares e basi-

lares sensíveis à brotação, podendo, portanto, ser opção a ser utilizada em sistemas integrados de produção.

Quanto ao fator isolado genótipo, os acessos UmCO-1 (2), UmCO-2 (2), UmCO-11 (2), UmCO-14 (2), UspCO-23 (1) e UspCO-25 (1) apresentaram maior DPP com média de 52,40 perfilhos por vaso, o que equivale a uma densidade média de 909 perfilho.m⁻², ou seja, incremento de 58,36% em relação à cultivar comercial BRS Piatã, que apresentou valor médio de 33,09 perfilhos por vaso, correspondente a 575 perfilhos.m⁻², e semelhantes à DPP obtida por Santos et al. (2021), em pesquisa sob diferimento com capim-piatã no Semiárido brasileiro com vedação no período chuvoso e utilização aos 40 dias, os quais relataram DPP média de 533 perfilhos.m⁻².

A eficiência do uso da água (EUA) dos genótipos de *Urochloa mosambicensis* foi superior ($P < 0,05$) quando mantidas em ambiente sombreado, em comparação ao pleno sol devido à maior BFT obtida nesse ambiente (Tabela 6). Tal resultado não era esperado, uma vez que não havendo limitação hídrica em plantas mantidas a pleno sol, ocorre maior fluxo de água nos tecidos condutores (xilema), permitindo maior eficiência das trocas gasosas por meio da carboxilação das moléculas de CO₂, que são reduzidas em açúcares (fotoassimilados), via processo fotossintético. Contudo, devido ao fato de as plantas terem recebido a mesma lâmina diária de irrigação para ambos os ambientes, houve estresse hídrico no ambiente pleno sol, reduzindo a condutância estomática e afetando o processo fotossintético causado pela maior demanda evapotranspiratória, como comentado anteriormente. Quanto ao fator genótipo, os acessos UmCO-1 (2) e UspCO-23 (1) apresentaram EUA semelhantes aos genótipos comerciais BRS Paiaguás e BRS Piatã, sendo superiores aos demais, estando relacionado às maiores biomassas de forragem total (BFT).

Os genótipos mantidos em ambiente de sol apresentaram maior ($P < 0,05$) biomassa de raiz (BRAIZ) com incremento de 62,30% em relação ao ambiente sombreado (Tabela 6). Em ambos os ambientes, as plantas receberam a mesma lâmina diária de irrigação de acordo com a evaporação do tanque Classe A. Entretanto, devido à elevada demanda evaporativa no período experimental, as plantas no ambiente pleno sol perderam maior quantidade de água por evapotranspiração, levando ao estresse hídrico em parte do dia, identificado pelo enrolamento das folhas como mecanismo de escape para

redução da perda de água provocada pela elevada demanda hídrica e alta temperatura. Os genótipos UmCO-1 (2) e UspCO-23 (1) apresentaram elevada BRAIZ, assim como elevada BFT, semelhantes aos genótipos comerciais, resultando em eficiência na partição de fotoassimilados entre parte aérea e raiz. Já os acessos UmCO-8 (1), UmCO-14 (2) e UspCO-25 (1) apresentaram BRAIZ semelhantes aos genótipos comerciais, porém com BFT inferiores, o que denota em mecanismo de escape para reduzir a translocação de fotoassimilados para parte aérea, em especial no ambiente pleno sol, com o intuito de evitar perdas de água por evapotranspiração e investindo na maior produção de raízes para aumentar a área de captação de água, resultando em maior resiliência desses acessos às condições de estresse.

Deve-se salientar que, apesar da tentativa de simular ao máximo as condições de campo, os resultados deste estudo foram oriundos de um ensaio realizado em vasos, tendo, portanto, limitações inerentes a esse tipo de condução experimental. Apesar disso, os resultados aqui apresentados representam um avanço na pesquisa de gramíneas forrageiras na tentativa de aprimorar a seleção de genótipos de *Urochloa mosambicensis* mais adaptados às condições de pleno sol e (ou) de sombreamento, visando seu uso em sistemas integrados de produção no Semiárido brasileiro

Conclusões

1. Os genótipos de *Urochloa mosambicensis* responderam diferentemente sob as condições avaliadas.
2. Os genótipos UmCo-8 (1), UmCO-11 (2), UmCO-14 (2) e UspCO-25 (1) apresentam menores taxas de fotossíntese líquida instantânea, contudo essas respostas não refletem uma redução na produção de biomassa.
3. Os genótipos de *Urochloa mosambicensis* apresentam capacidade de adaptação ao ambiente sombreado, refletindo em taxas de produção e de acúmulo de forragem semelhantes às cultivares comerciais avaliadas, podendo, portanto, serem recomendados para o avanço das avaliações à campo em sistemas integrados de produção, à exceção do UmCO-11 (2).
4. Em termos produtivos, destacam-se os genótipos UmCO-1 (2), UmCO-8 (1), UmCO-14 (2), UspCO-23 (1) e UspCO-25 (1) pela produção de lâmi-

na foliar e de aparecimento foliar, compatíveis com as cultivares comerciais avaliadas.

5. Os genótipos UmCO-4 (1), UmCO-6 (2) e UmCO-11 (2) são precoces independentemente do ambiente avaliado, além de sensíveis ao estresse hídrico, induzindo ao florescimento prematuro.
6. Os genótipos UmCO-1 (2) e UspCO-23 (1) apresentam maiores eficiências de uso da água, assim como elevada biomassa de raiz e de forragem, semelhantes aos genótipos comerciais, resultando em eficiência na partição de fotoassimilados entre parte aérea e raiz.
7. Os acessos UmCO-8 (1), UmCO-14 (2) e UspCO-25 (1) apresentam biomassa de raiz semelhantes aos genótipos comerciais, porém com biomassa de forragem inferiores, resultando em maior resiliência desses acessos às condições de estresses.
8. De forma geral, os genótipos de *Urochloa mosambicensis* devem ser manejados sob período de crescimento inferior aos 30 dias visando reduzir perdas de forragem por senescência.

Referências

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200 p.

BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 403, p.1607-1621, Aug. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erh196>.

BÉLANGER, G. Morphogenetic characteristics of timothy grown with varying N nutrition. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 78, n. 1, p. 103-108, Jan. 1998.

BUENO, L. G.; ALVES, M. M. A.; ROCHA, J. E. S.; CAVALCANTE, A. C. R.; GALVANI, D. B.; DINIZ, F. M.; VALLE, C. B.; CÂNDIDO, M. J. D. **Caracterização morfológica de *Urochloa mosambicensis* para seleção de genótipos elite em programa de melhoramento de forrageiras**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2019. 19 p. (Embrapa Caprinos e Ovinos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 11). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214660/1/CNPC-2019-BPD11.pdf>.

- BUENO, L. G.; GALVANI, D. B.; VOLTOLINI, T. V.; DINIZ, F. M. Capim-urocloa, alternativa para região semiárida. In: SANTOS, M. V. F. dos; NEIVA, J. N. M. (ed.). **Culturas forrageiras no Brasil: Uso e Perspectivas**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema Gráfica, 2022. p. 177-196. Disponível em: <http://www.ppgz.ufrpe.br/publicacoes>. Acesso em: 5 set. 2023.
- CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, J. A. M.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, W. E. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 338-347, abr. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000200007>.
- DAVIES, A. Tissue turnover in the swards. In: DAVIES, A.; BAKER, R. D.; GRANT, S. A.; LAIDLAW, S. A. (ed.). **Swards measurement handbook**. 2th ed. Reading: British Grassland Society, 1993. p. 183-216.
- DEREBBUS, V. A.; SANCHEZ, R. A.; CASAL, J. J.; TRLICA, M. J. Tilling responses to enrichment of red light beneath the canopy in a humid natural grassland. **Journal of Applied Ecology**, v. 22, n. 1, p. 199-206, Apr. 1985. DOI: <https://doi.org/10.2307/2403337>.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**: um programa para análises e ensino de estatística; versão 5.8. 2021. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2021. Disponível em: <https://des.ufla.br/~daniefff/programas/sisvar.html>. Acesso em: 3 abr. 2023.
- FRANKE, I. L.; LUNZ, A. M. P.; VALENTIM, J. F.; AMARAL, E. F. do; MIRANDA, E. M. de. Situação atual e potencial dos sistemas silvipastoris no Estado do Acre. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. da C. (ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite: Brasília, DF: FAO, 2001. p. 19-40.
- FUNCEME. **Postos pluviométricos**. [Fortaleza, 2016]. Disponível em: http://www.funceme.br/?page_id=2694. Acesso em: 3 ago. 2022.
- GARCIA, R.; ANDRADE, C. M. S. de. Sistemas silvipastoris na região Sudeste. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. da C. (ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. p. 173-187.
- HORST, G. L.; NELSON, C. J.; ASAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotype. **Crop Science**, v. 18, n. 5, p. 715-719, Sept.1978. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1978.0011183X001800050005x>
- JEWISS, O. R. Tilling in grasses-its significance and control. **Grass and Forage Science**, v. 27, n. 2, p. 65-82, Jul. 1972. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1972.tb00689.x>
- JUMRANI, K.; BHATIA, V.S. Influence of different light intensities on specific leaf weight, stomatal density photosynthesis and seed yield in soybean. **Plant Physiology Reports**, v. 25, p. 277-283, Mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40502-020-00508-6>.
- KAISER, W. M. Effect of water deficit on photosynthetic capacity. **Physiologia Plantarum**, v. 71, n.1, p.142-149, 1987.
- KAZAN, K.; LYONS, R. The link between flowering time and stress tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 67, n. 1, p. 47-60, Jan. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erv441>.
- KUWAHARA, F. A.; SOUZA, G. M.; GUIDORIZI, K. A.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. de L. Phosphorus as a mitigator of the effects of water stress on the growth and photosynthetic capacity of tropical C4 grasses. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 3, p. 363-370, 2016. DOI: 10.4025/actasciagr.v38i3.28454.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006. 529 p.

MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A.; CUNHA, D. de N. F. V. da. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.7, p. 1183-1190, jul. 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/32288/1/Producao-gramineas.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2023.

MEDEIROS, S. S. de; REIS, C. F.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; KLEIN, M. R.; RIBEIRO, M. D.; SZEKUT, F. D.; SANTOS, D. B. dos. **Manejo de irrigação do tanque Classe A**. Campina Grande: INSA, 2013. 8 p.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 917-923, 2008. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/AI-SEDE-2009-09/44861/1/43n07a17.pdf>. Acesso em: 3 maio 2023.

PAN, Y.; HON, J.; JENKINS, J.; BIRDESEY, R. Importance of foliar nitrogen concentration to predict forest productivity in the Mid-Atlantic Region. **Forest Science**, v.50, n. 3, p. 279-289, Jun. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1093/forestscience/50.3.279>.

POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N.; GOMES, F. H. T.; LACERDA, C. F. de; AQUINO, B. F.; MAGALHÃES, J. A. Características morfofisiológicas do capim-aruaa sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 1187-1210, out./dez. 2010.

POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; ROGÉRIO, M. C. P.; BENEVIDES, Y. I.; OLIVEIRA, B. C. M. de Fluxo de biomassa em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 809-817, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000500005>.

SANTOS, F. G. R. dos; COSTA, C. dos S.; ARAÚJO, R. A. de A.; SILVA, V. J. da; CÂNDIDO, M. J. D.; FURTADO, R. N.; ROGERIO, M. C. P.; POMPEU, R. C. F. F. Gas exchange, chemical composition and productive characteristics of tropical grasses deferred II: cultivars BRS Paiaguás and BRS Piatã. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 22, p. 1-16, e2122162021, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/224796/1/CNPC-2021-Art-14.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2023.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

WONG, C. C.; STÜR, W. W. Persistence of tropical forage grasses in shaded environments. **Journal of Agricultural Science**, v. 126, n. 2, p. 151-159, Mar. 1996. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/s0021859600073081>.

Embrapa

Caprinos e Ovinos

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA



CGPE 018338