

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ZOOTECNIA

**RESPOSTA PRODUTIVA E MORFOLÓGICA DE CULTIVARES DE *UROCHLOA*
SPP. AO DÉFICIT HÍDRICO**

ALESSANDRO JOSÉ DA SILVA

Alessandro José da Silva

**RESPOSTA PRODUTIVA E MORFOLÓGICA DE CULTIVARES DE *UROCHLOA*
SPP. AO DÉFICIT HÍDRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para o grau de bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Gomes dos Santos Braz

Montes Claros - MG
2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COLEGIADO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 06 dias do mês de dezembro de 2023, às 08h00min, o estudante Alessandro José da Silva, matrícula 2018041805, defendeu o Trabalho intitulado “**RESPOSTA PRODUTIVA E MORFOLÓGICA DE CULTIVARES DE UROCHLOA SPP. AO DÉFICIT HÍDRICO**”, tendo obtido a média 97,0 (noventa e sete pontos).

Participaram da banca examinadora os abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar; assinam eletronicamente a presente ata.

Nota: 97 (noventa e sete)
Orientador (a): Thiago Gomes dos Santos Braz

Nota: 97 (noventa e sete)
Examinador (a): Lívia Vieira de Barros

Nota: 97 (noventa e sete)
Examinador (a): Emanuell Medeiros Vieira

Nota: 97 (noventa e sete)
Examinador (a): Janaina Stéfane Silva Santos

Nota: 97 (noventa e sete)
Examinador (a): Ingrid Souza Silva



Documento assinado eletronicamente por **Emanuell Medeiros Vieira, Usuário Externo**, em 07/12/2023, às 08:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Janaína Stéfane Silva Santos, Usuária Externa**, em 07/12/2023, às 09:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lívia Vieira de Barros, Professora do Magistério Superior**, em 07/12/2023, às 09:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Gomes dos Santos Braz, Professor do Magistério Superior**, em 07/12/2023, às 10:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ingrid Souza Silva, Usuária Externa**, em 07/12/2023, às 14:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2881231** e o código CRC **50EB8420**.

RESUMO

O aumento da frequência e intensidade das secas no ambiente tropical leva a necessidade de se avaliar a resposta de recursos genéticos em uso quanto ao surgimento desse tipo de desafio climático. As plantas do gênero *Urochloa* são muito adaptadas ao Cerrado, mas podem ter sua resposta limitada no semiárido devido à baixa precipitação. Assim, avaliar a resposta de cultivares como Paiaguás (PAIA) e dos híbridos Mulato II (MUL), Cayana (CAYA) e Sabiá (SAB) em comparação a plantas convencionais como Marandu (MAR) pode trazer indicativos sobre a tolerância à seca. Assim, o objetivo foi avaliar a resposta produtiva e morfológica de cinco cultivares de *Urochloa* sem e com restrição hídrica. O delineamento foi em blocos ao acaso com cinco repetições e o esquema foi em parcelas subdivididas 5×2 , no qual as cultivares foram alocadas na parcela e os períodos sem e com estresse foram alocados na subparcela. As plantas foram estabelecidas em vasos em casa de vegetação e mantidas irrigadas a 100% da capacidade de campo. Foram realizados 2 cortes de uniformização e realizadas as adubações para marcar o início ao período sem estresse (irrigação com 80% da capacidade de campo). Após o primeiro ciclo de avaliação, as plantas foram submetidas a um período de estresse (20% da capacidade de campo) e colhidas novamente. Foram avaliados a altura de planta, número de perfilhos (NPERF), massa seca de forragem (MSF), a composição morfológica, peso médio de perfilhos (PMP), volume de raiz (VOL) e massa seca de raiz (MSR). A altura da PAIA foi superior às demais tanto sem quanto com restrição hídrica. Apenas as cultivares MUL e CAYA reduziram a altura com o estresse. Já o NPERF do MUL (26,0) foi estatisticamente maior que PAIA (17,9), não sendo observado efeito do estresse sobre essa variável. Não houve diferença entre as cultivares quanto a MSF, que foi afetada apenas pelo período. A massa média das plantas de *Urochloa* reduziu de 5,0 para 2,3 g/vaso (-54%). A porcentagem de folhas (%FOL) foi afetada somente pelas cultivares, sendo que PAIA apresentou valor inferior às demais (69,15%). SAB e PAIA apresentaram maior porcentagem de colmos (%COL) sem estresse ao passo que PAIA apresentou maior %COL em situação de déficit hídrico. Para todas as cultivares, a porcentagem de material morto foi significativamente maior sob déficit hídrico (4,81%) comparada a condição sem estresse (0,86%), não havendo diferença entre as cultivares. A cultivar PAIA também apresentou menores valores de massa e volume de raiz que as demais que não diferiram entre si. O estresse reduz a biomassa aérea das cultivares de *Urochloa* e resulta em maior senescência. A cultivar Paiaguás apresenta aspectos morfológicos distintos das demais que são condizentes com uma planta mais tolerante ao estresse.

Palavras-chave: composição morfológica, híbridos interespecíficos, perfilhamento, volume de raiz

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da análise do solo utilizado no experimento	17
Tabela 2 – Altura de plantas	21
Tabela 3 – Número de perfilhos	21
Tabela 4 – Massa seca de forragem	22
Tabela 5 – Porcentagem de folhas	23
Tabela 6 – Porcentagem de colmos	24
Tabela 7 – Porcentagem de material morto	25
Tabela 8 – Peso médio de perfilhos	25
Tabela 9 – Volume e massa seca de raiz	26

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

%COL	Porcentagem de Colmos
%FOL	Porcentagem de Folhas
%MOR	Porcentagem de Material Morto
ALT	Altura da Planta
CAYA	Cayana
CC	Capacidade de Campo
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
MAR	Marandu
MSF	Massa Seca de Forragem
MSR	Massa Seca de Raiz
MUL	Mulato II
NPERF	Número de Perfilhos
PAIA	Paiaguás
PMP	Peso Médio de Perfilhos
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
SAB	Sabiá
VOL	Volume de raiz

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 Gênero <i>Urochloa</i> spp.	9
2.2 Espécies utilizadas no estudo.....	10
2.2.1 <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu	10
2.2.2 <i>Urochloa brizantha</i> cv. BRS Paiaguás	11
2.2.3 <i>Urochloa</i> híbrida cv. Mulato II.....	11
2.2.4 <i>Urochloa</i> híbrida cv. Sabiá	12
2.2.5 <i>Urochloa</i> híbrida cv. Cayana	12
2.3 Déficit hídrico e tolerância à seca em gramíneas forrageiras	13
2.4 Forrageiras tolerantes ao déficit hídrico	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÃO	27
6. REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

Cerca de 67% da terra cultivável do mundo é coberta por pastagens (FAO, 2021), incluindo regiões semiáridas. Nesses locais, a agricultura de sequeiro encontra grandes limitações devido ao alto potencial de evapotranspiração que muitas vezes supera a precipitação, fazendo com que a produção de ruminantes em pasto seja a principal alternativa (De Sá Souza *et al.*, 2019; Dzavo; Zindove; Dhliwayo, 2019; Ibrahim; Usman, 2021). Dessa forma, regiões como o semiárido brasileiro são dependentes da produção de forragem do pasto para alimentar os rebanhos e manter a economia, renda, empregos e sustentabilidade.

A função de uma planta forrageira convencional em sistemas semiáridos quentes é, principalmente, se desenvolver durante o período chuvoso e final do período seco, se tornando a principal fonte de alimento para os rebanhos. Essa planta deve apresentar bom crescimento no final das águas e início da seca e ser capaz de rebrotar vigorosamente no período chuvoso seguinte, se caracterizando como uma planta tolerante à seca. Durante o auge da seca, plantas distintas devem estar inseridas no planejamento alimentar do rebanho, para que não haja períodos de escassez, uma vez que o crescimento da forrageira será reduzido.

Apesar disso, o número de plantas conhecidamente tolerantes à seca é restrito e engloba forrageiras como o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*), capim-andropógon (*Andropogon gayanus*) e capim-corrente (*Urochloa mosambicensis*) (Rufino *et al.*, 2022; Braz *et al.*, 2022). Por outro lado, as cultivares de *Urochloa* spp. (Syn. *Brachiaria*) são as mais difundidas no país, ocupando aproximadamente 85% da área de pastagens cultivadas (Pessoa-Filho; Martins; Ferreira, 2017).

Isso está relacionado à maior adaptabilidade dessas forrageiras às diferentes condições edafoclimáticas do país, sobretudo as do Cerrado. O melhor ajuste destas plantas aos sistemas de produção no Cerrado dá indícios que elas não têm o grau de tolerância necessário para o semiárido. Contudo, surgiram relatos recentes de respostas positivas ao déficit hídrico (Beloni *et al.*, 2018; Habermann *et al.*, 2021).

A cultivar Marandu ainda pode ser considerada a mais plantada e utilizada no país, já que corresponde a 32% da produção nacional de sementes (Landau *et al.*, 2020). Sua adaptação ao Cerrado e outras regiões do país se reflete na ampla utilização pelos produtores. Contudo, a seca ocorrida entre os anos de 2013 e 2017 (Azevedo *et al.*, 2018) tornou desafiador o ambiente de alguns locais limítrofes ao semiárido, causando a perda de muitas áreas de pastagem com essa forrageira.

Algumas espécies de plantas possuem a capacidade de manter produtividade considerável mesmo em condições de deficiência hídrica. Esses indivíduos possuem características fisiológicas, morfológicas e bioquímicas as quais permitem tolerar ambientes com períodos de estiagem marcantes (Cheruiyot *et al.*, 2018). Essas características são observadas em algumas cultivares de *Urochloa* spp., como relatado para o capim BRS Paiaguás (Beloni *et al.*, 2018).

Entretanto, são poucos os resultados expostos com pesquisas, sobretudo em relação às cultivares híbridas como Mulato II, Cayana e Sabiá. A investigação destas plantas em comparação com as cultivares convencionais BRS Paiaguás (com indícios de tolerância à seca) e Marandu (não tolerante à seca) pode trazer evidências que justifiquem avaliações mais profundas acerca da utilização destas plantas no semiárido.

Portanto, o objetivo foi testar se as cultivares Marandu, Paiaguás, Mulato II, Sabiá e Cayana apresentam variações na produção e morfologia em resposta à presença ou ausência de deficiência hídrica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gênero *Urochloa* spp.

Urochloa é a denominação atribuída mais recentemente a *Brachiaria* spp., apesar de ainda existirem divergências entre os taxonomistas da área em relação a essa reclassificação (Cook; Schultze-Kraft, 2015). Esse gênero é composto por gramíneas do tipo C4, pertencentes à tribo *Paniceae*. As gramíneas de *Urochloa* spp. presentes no país são originárias do continente africano, sobretudo da região oriental. Algumas dessas plantas como a cultivar *U. brizantha* foram trazidas para o Brasil na década de 1950. Já as cultivares Ipean e Basilisk de *U. decumbens* foram trazidas da Austrália na década de 1970. Contudo, o relato mais antigo é da espécie *U. mutica* que foi trazida no período colonial para ser cultivada como forrageira e recebeu o nome de capim-colônia (Fonseca; Santos; Martuscello, 2010).

As plantas de *Urochloa* são caracterizadas por possuírem espiguetas ovais a oblongas, organizadas em racemos unilaterais, com gluma inferior adjacente à ráquis (Renvoize; Clayton; Kabuye, 1996). Quando consideramos as espécies cultivadas no Brasil, encontramos tipos morfológicos variados com crescimento em touceiras ou estolões.

A coevolução dessas gramíneas com grandes herbívoros do continente africano é apontada como a forma de seleção natural que resultou no elevado grau de tolerância ao pastejo que apresentam hoje. Além disso, a ocorrência natural destas plantas em regiões com condições edafoclimáticas diversas como áreas alagadas, semiáridas e savanas, certamente contribuiu para a difusão dessas gramíneas por todo o território brasileiro (Fonseca; Santos; Martuscello, 2010).

O gênero *Urochloa* spp. possui aproximadamente 100 espécies das quais 8 estão presentes em território brasileiro (Valle *et al.* 2010a). O histórico evolutivo e a diversidade de ambientes nos quais essas gramíneas estão inseridas fizeram as cultivares se tornarem as mais difundidas no Brasil, responsáveis por aproximadamente 85% da área de pastagens cultivadas (Pessoa-Filho; Martins; Ferreira, 2017).

As forrageiras de *Urochloa* spp. foram muito importantes para o desenvolvimento da pecuária brasileira a partir da década de 1960 (Valle *et al.*, 2010a; Duarte *et al.*, 2019). Isso ocorreu, sobretudo pela propagação por sementes, possibilidade de consórcio com outras culturas, manejo facilitado e capacidade de produção em solos de baixa fertilidade. Por causa dessas características os produtores substituíram a maioria das pastagens nativas e naturais de baixa produtividade por *Urochloa* spp. o que levou a incrementos produtivos, ampliação do rebanho e melhoria nos índices zootécnicos da pecuária brasileira (Andrade, 2003).

A primeira forrageira de *Urochloa* foi introduzida oficialmente no Brasil em 1952 pelo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN) no estado de Belém, sendo classificada na época como *Brachiaria brizantha* (Serrão; Simão Neto, 1971). A partir da década de 1960, foram realizadas novas introduções de *U. decumbens*, denominada à época de cv. IPEAN, além de *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis* (Valle *et al.*, 2010a).

Em 1960 o Instituto de Pesquisas Internacionais (IRI) trouxe para o Estado de São Paulo, um ecótipo de *U. decumbens* originário de Uganda, na África, porém registrado na Austrália como cv. Basilisk. A partir dessa época, ocorreu intensa importação de sementes dessa cultivar australiana, prática estimulada pelo governo brasileiro, por causa da necessidade de formação e expansão das pastagens (Valle *et al.* 2010b).

A *U. decumbens* se adapta bem a solos ácidos e de baixa fertilidade, além de apresentar elevada produção de sementes viáveis. Essas características fizeram com que o ecótipo Basilisk se tornasse predominante no Brasil, formando extensos monocultivos nas regiões do Cerrado (Valle *et al.*, 2010b). Entretanto, devido a elevada suscetibilidade à cigarrinha-das-pastagens (*Notozulia entreriana*), ocorrência de fotossensibilização hepatotóxica em bovino e manejo incorreto, a *U. brizantha* cv. Marandu passou a predominar no Brasil a partir dos anos 1980. Esta cultivar se destacou pela maior capacidade produtiva e tolerância à cigarrinha e isso levou a ampla difusão dessa planta entre os produtores de todas as regiões do país, sobretudo do Cerrado (Jank; Braz; Martuscello, 2014) e fez com que essa planta figurasse entre as mais comercializadas até hoje (Landau *et al.*, 2020).

2.2 Espécies utilizadas no estudo

2.2.1 *Urochloa brizantha* cv. Marandu

U. brizantha cv. Marandu é nativa de regiões vulcânicas do continente africano, local caracterizado por solos férteis, baixa precipitação pluviométrica anual e longo período de estiagem (Nunes *et al.*, 1984). A primeira cultivar da espécie (Marandu) foi lançada no Brasil em 1984 pela Embrapa Gado de Corte (Valério, 2006).

A cultivar Marandu caracteriza-se morfológicamente como planta cespitosa robusta, podendo alcançar de 1,5 a 2,5 m de altura em crescimento livre. As bainhas são pilosas, possuem margens ciliadas e cobrem os nós, enquanto as lâminas foliares são linear-lanceoladas e apresentam pilosidade na face ventral. As inflorescências podem medir até 40 cm de comprimento e geralmente possuem de quatro a seis racemos, com espiguetas unisseriadas, oblongas a elíptico-oblongas, com 5 a 5,5 mm de comprimento por 2 a 2,5 mm de largura e com pilosidade no ápice (Nunes *et al.*, 1984).

A cultivar Marandu de *U. brizantha* apresenta rápido estabelecimento, resistência a cigarrinhas comuns em pastagens e resposta positiva à aplicação de fertilizantes. Esta cultivar também proporciona elevada cobertura de solo, suprimindo plantas invasoras, e exibe bom desempenho em sombreamento, elevado valor nutritivo e alta produção de sementes. No entanto, a Marandu tem uma adaptação limitada a solos mal drenados e de baixa fertilidade. Por isso, para manter sua persistência a longo prazo, é necessária a reposição de nutrientes. Além disso, ela é suscetível à mancha foliar fúngica (*Rhizoctonia*) e à morte súbita (Fonseca; Martuscello; Valle *et al.*, 2010).

2.2.2 *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás

Urochloa brizantha cv. BRS Paiaguás foi lançada em 2013 pela Embrapa Gado de Corte, sob o nome comercial de BRS Paiaguás. Foi idealizada como opção de *U. brizantha* para diversificação das áreas de pastagem para os solos do Cerrado, de fertilidade média (EMBRAPA, 2013). Segundo Jank *et al.* (2019), a seleção genética desta cultivar foi realizada a partir de genótipo de *U. brizantha* coletado no Quênia em 1984. De acordo com esses pesquisadores, a planta apresenta folhas e colmos finos, folhas e bainhas glabras e promove boa cobertura do solo.

BRS Paiaguás não é resistente às cigarrinhas-das-pastagens, em contrapartida, expressa alta produtividade, vigor e produção de sementes (EMBRAPA, 2013). Em estudo realizado na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande - MS, a cultivar BRS Paiaguás demonstrou alto potencial de produção de forragem durante o período seco. Quando comparada a cultivar BRS Piatã, a BRS Paiaguás exibiu maior proporção de folhas e valor nutritivo superior. Esses resultados indicam que a cultivar Paiaguás pode ser uma opção eficaz para a produção de forragem em condições de seca (Valle *et al.*, 2019).

2.2.3 *Urochloa* híbrida cv. Mulato II

Mulato II (Ciat 36087) é híbrido tetraploide (4n) de *Urochloa* spp., resultado de cruzamentos entre *U. ruziziensis* x *U. decumbens* x *U. brizantha*. As pesquisas para o desenvolvimento dessa gramínea foram iniciadas na Colômbia em 1989 no Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), sendo lançada no ano de 2005 (Argel *et al.*, 2007).

Morfologicamente, Mulato II apresenta crescimento semi-decumbente, folhas linear-lanceoladas de 3,8 cm de largura e cor verde intenso, com abundante pilosidade adaxial e

abaxial, lígula curta e membranosa e colmo pubescente. As inflorescências são do tipo racemosa, com três a seis racemos de aproximadamente 12 cm de comprimento e espiguetas bisseriadas (Barenbrug do Brasil, 2023a).

A cultivar Mulato II apresenta exigência moderada a alta em fertilidade do solo e resposta significativa à adubação. Esta cultivar requer, pelo menos, 800 mm de precipitação anual e demonstra tolerância às cigarrinhas-das-pastagens, bem como resistência moderada à cigarrinha da cana-de-açúcar e ao sombreamento. A Mulato II é adaptável a condições de seca e geadas, embora apresente uma resposta produtiva baixa em solos mal drenados. Além disso, esta cultivar exibe uma capacidade superior de rebrota, devido à diferenciação vegetativa de gemas basais e ao surgimento de perfilhos aéreos (Barenbrug do Brasil, 2023a).

2.2.4 *Urochloa* híbrida cv. Sabiá

A cultivar Sabiá é híbrido de *U. brizantha* e *U. ruziziensis* desenvolvido por Barenbrug do Brasil Sementes, sendo lançada no Brasil na safra 2020/2021. A principal vantagem é a maior produção na estação seca quando comparada a Marandu (Barenbrug do Brasil, 2023b).

Sabiá caracteriza-se como gramínea perene, de crescimento cespitoso, folhas lanceoladas, lâminas e bainhas foliares pilosas e porte médio. Apresenta de média a alta exigência em fertilidade do solo e alta resposta à adubação. Possui média adaptação à seca e baixa tolerância a solos mal drenados, além de exigência mínima de 800 mm de precipitação pluviométrica (Barenbrug do Brasil, 2023b).

Assim como a maioria das gramíneas híbridas, Sabiá possui tolerância às cigarrinhas-das-pastagens igual ou superior ao Marandu. Desenvolve-se bem em solos arenosos, se estes apresentarem fertilidade adequada (Barenbrug do Brasil, 2023b).

2.2.5 *Urochloa* híbrida cv. Cayana

A cultivar Cayana é um híbrido interespecífico entre *U. brizantha* e *U. ruziziensis*. Essa planta foi desenvolvida pela Barenbrug do Brasil Sementes e lançada na safra 2020/2021, juntamente com a cultivar Sabiá. Ela se destaca por sua elevada exigência em fertilidade do solo, elevada resposta à adubação e capacidade de perfilhamento. Além disso, possui tolerância média à seca e resistência às cigarrinhas-das-pastagens, similar ou superior a cultivar Marandu. No entanto, a Cayana não se adapta bem a solos mal drenados, como a maioria das plantas de *U. brizantha* (Barenbrug do Brasil, 2023c).

Cayana caracteriza-se como gramínea perene de crescimento cespitoso, com intenso perfilhamento basal, folhas lanceoladas e pilosidade na bainha e lâmina foliar. Possui boa produção de sementes viáveis (Barenbrug do Brasil, 2023c).

2.3 Déficit hídrico e tolerância à seca em gramíneas forrageiras

O déficit hídrico é um período em que a disponibilidade de água no solo é insuficiente para atender às necessidades hídricas das plantas. Este tipo de estresse pode induzir várias alterações no metabolismo vegetal, incluindo a diminuição da expansão celular e foliar. A escassez de água pode resultar em uma diminuição do potencial hídrico, levando à desidratação das células, redução do crescimento do caule, inibição da atividade fotossintética, desestabilização de membranas e proteínas, morte celular e abscisão foliar (Taiz *et al.*, 2017).

Ao reduzir o metabolismo para taxas basais sob déficit hídrico, as plantas podem direcionar reservas energéticas para estimular o alongamento de raízes e aumentar a capacidade absorviva de água, fechar os estômatos com vista à diminuição da transpiração, além de reduzir o índice de área foliar, entre outras estratégias para sobreviverem à condição de estresse. Entretanto, muitas plantas podem apresentar produtividade mesmo sob restrições hídricas, sendo tal particularidade resultado da seleção natural e artificial de diferentes genótipos ao longo do tempo (Taiz *et al.*, 2017).

Assim, a tolerância à seca pode ser definida como o potencial da espécie ou variedade para produzir mais em comparação a outras sob cultivo em condições limitadas de água. Esses indivíduos utilizam estratégias complexas, as quais envolvem múltiplos genes, mecanismos morfológicos, fisiológicos e bioquímicos para resistirem à condição de adversidade hídrica (Cheruiyot *et al.*, 2018).

As plantas podem utilizar duas linhas de proteção contra o estresse hídrico, a tolerância e a prevenção à desidratação. Os mecanismos de tolerância à desidratação são responsáveis por reduzir a perda de água em condições de estresse ao passo que os mecanismos de prevenção à desidratação tornam a planta mais eficiente no processo de captação de água durante e após período de estresse. As principais formas de tolerância seriam o fechamento de estômatos e manutenção da capacidade fotossintética em condições de restrição hídrica, envolvendo mudanças na bioquímica e fisiologia da planta. Isso é observado em muitas plantas C4 tolerantes à seca. Já os mecanismos de prevenção correspondem a ampliação da capacidade da planta de explorar o ambiente em busca de água,

representado principalmente pela capacidade de enraizamento profundo em resposta ao estresse (Volaire, 2018).

Muitas plantas como o capim-buffel e o capim-andropógon apresentam elevada capacidade de enraizamento e direcionam boa parte dos fotoassimilados ao crescimento as raízes para serem capazes de explorar melhor o ambiente em situações de seca (Cook *et al.*, 2020). O enraizamento também pode ser ampliado em resposta ao estresse por meio de sinalização hormonal resultante da dessecação da parte aérea.

2.4 Forrageiras tolerantes ao déficit hídrico

A avaliação da tolerância à seca tem sido estudada em cultivares de *Urochloa* nos últimos anos (Beloni *et al.*, 2018; Cheruiyot *et al.*, 2018 Habermann *et al.*, 2021). Isso é motivado pelo aumento das situações de estresse hídrico nos últimos anos (Marengo; Torres; Alves *et al.*, 2022).

A mudança nos padrões morfogenéticos das forrageiras pode ser entendido como uma resposta em curto e médio prazo ao estresse. Nesse sentido, em avaliações de características morfogenéticas, fisiológicas e produtivas de *Urochloa* spp. durante e após período de estresse hídrico foi relatada diminuição da taxa de alongamento foliar em *U. brizantha* cv. Marandu. Entretanto, esta cultivar apresentou maior tolerância ao déficit hídrico em relação às outras espécies avaliadas, *U. decumbens*, *U. humidicola* e *U. mutica*, sendo estas tolerantes a ambientes alagados (Mattos *et al.*, 2005).

Por outro lado, Pezzopane *et al.* (2015) comparou diferentes cultivares convencionais de *U. brizantha* e apontou que a cultivar Marandu apresentou maior redução na taxa de alongamento foliar em relação as cultivares Xaraés e BRS Piatã. No mesmo estudo, a cultivar BRS Paiaguás apresentou a maior produção de folhas quando submetida à deficiência de água.

Silva *et al.* (2020) observaram redução de 60% na altura das cultivares Piatã, BRS Paiaguás e MG13 Braúna de *U. brizantha* quando submetidas à escassez hídrica. Kroth *et al.* (2015) , ao estudarem as cultivares Marandu, Xaraés e Piatã de *U. brizantha* em condições de alagamento e restrição hídrica, constataram maior redução na produção de folhas no estresse por déficit hídrico.

Em estudo conduzido por Beloni *et al.* (2018) avaliaram-se quatro cultivares, Marandu, Basilisk, BRS Paiaguás e Medly (*Dactylis glomerata*) sob condições de déficit hídrico em casa de vegetação. Marandu e Basilisk mostraram maior produtividade e

alongamento de raízes em condições de seca moderada, indicando estratégia de evitação à desidratação, porém não se recuperaram de seca severa. Já BRS Paiaguás foi menos produtiva, mas demonstrou capacidade de recuperação em condições de seca severa, demonstrando estratégia de tolerância à desidratação, comparável à cv. Medly, já caracterizada por sua tolerância ao déficit hídrico.

Argel *et al.* (2007) descreveram *Urochloa* híbrida cultivar Mulato II como tolerante a longos períodos de restrição de água. Em contraste, Bonfim-Silva *et al.* (2014), ao avaliarem o desenvolvimento e produção de Mulato II submetido ao estresse por deficiência hídrica, relataram redução de 69,04% da produção de massa seca da parte aérea, indicando perda significativa de produtividade.

Em relação às cultivares híbridas Sabiá e Cayana, a literatura é escassa, sobretudo em relação ao estresse hídrico. Esse fato é possivelmente justificado por serem materiais lançados recentemente no mercado. Necessita-se, portanto, de avaliação dessas cultivares, em relação à resistência ao déficit hídrico e a outras características agronômicas de importância na forragicultura.

De acordo com Barenbrug do Brasil, detentora da propriedade intelectual das cultivares Sabiá e Cayana, a cv. Sabiá, ao ser avaliada em cinco regiões diferentes do Brasil quanto à resistência à seca, apresentou acúmulo de forragem 42% superior ao Marandu e 62% mais lâminas foliares. Nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) de corte e pastejo, Sabiá obteve produção 47% superior à do Marandu na estação seca, sendo 34% da produção anual concentrada nesse período (Barenbrug do Brasil, 2023b).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA-UFMG), localizado na cidade de Montes Claros, no estado de Minas Gerais (16°40'57.0"S 43°50'25.2"O, 622 metros de altitude). O município possui clima do tipo Aw, tropical megatérmico com verão chuvoso e inverno seco, segundo a classificação de Köppen e Geiger. A temperatura e pluviosidade anuais médias são de 23,1 °C e 869 mm respectivamente (CLIMATE-DATA.ORG, 2023).

O delineamento foi em blocos casualizados (DBC) com cinco repetições, em esquema de parcelas subdivididas 5 × 2. Na parcela foram alocadas as cinco cultivares *de Urochloa* (Marandu, BRS Paiaguás, Mulato II, Sabiá e Cayana). Na subparcela foram avaliadas duas

condições hídricas (irrigado a 80% da capacidade de campo (CC) e irrigado a 20% da capacidade de campo). As subparcelas foram subdivididas no tempo, tendo em vista que a condição irrigada a 80% da CC foi avaliada na primeira época (colheita) e a condição de irrigação a 20% da CC foi avaliada na rebrota. A irrigação a 80% da CC, próxima a 100%, representa condição ideal para crescimento e desenvolvimento das plantas, ao passo que a irrigação a 20% da CC proporciona uma condição de déficit hídrico (Silva *et al.*, 2020).

Foram utilizados 25 vasos de polietileno, com capacidade para 5 dm³ de solo, correspondentes a 25 parcelas. Os vasos foram perfurados na parte inferior para escoamento da água e o fundo foi revestido com manta de drenagem para evitar perdas de solo. O solo coletado foi destorroado e peneirado para remoção de materiais pedregosos, e após o preenchimento os vasos foram colocados em bancada em casa de vegetação.

Foi determinada a Capacidade de Campo (CC), correspondente à capacidade máxima de retenção de água no solo de cada vaso após a saturação e escoamento natural do excesso. Os vasos foram pesados com o solo ainda seco e, posteriormente, foi saturado e deixado em repouso durante 24 horas. Após esse período, realizou-se nova pesagem, e por diferença, determinou-se a CC a 100%. Por meio desse resultado, foi calculado o peso do vaso com 80% e 20% da capacidade de campo, condições utilizadas no primeiro e segundo período de avaliação.

A correção do pH e as adubações de estabelecimento e cobertura foram realizadas seguindo as recomendações do manual de adubação “5ª Aproximação - Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais”, de acordo com os resultados da análise de solo (Tabela 1). Considerou-se as exigências da testemunha, *U. brizantha* cv. Marandu, para plantas de médio nível tecnológico (Ribeiro; Guimarães; Alvarez, 1999).

O corretivo utilizado foi óxido de cálcio e magnésio com Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) de 180%. Optou-se por esse produto em consequência da capacidade de reagir de forma mais rápida na correção da acidez do solo em comparação ao calcário, além de não exigir incorporação. O corretivo foi diluído em água na proporção de 0,5 g.dm⁻³ de solo e distribuído uniformemente em cada vaso, permanecendo 30 dias hidratado e em repouso para reação.

Para a semeadura, foram utilizadas 20 sementes incrustadas de cada cultivar, semeadas de maneira uniforme na região central dos vasos. A adubação com fósforo foi realizada no dia da semeadura, com aplicação de solução nutritiva contendo ácido fosfórico (H₃PO₄) 85% Para

Análises (PA). O soluto foi diluído em água potável, e distribuído em cada parcela experimental no momento da semeadura para disponibilizar 60 mg.dm^{-3} de P_2O_5 no plantio, sendo aplicado o volume de 300 mL de solução por vaso.

Tabela 1 - Resultado da análise do solo utilizado no experimento

Característica	Teor no solo
pH em água	4,4
P Mehlich (mg.dm^{-3})	2,4
P remanescente (mg.L^{-1})	33,8
K (mg.dm^{-3})	11,5
Ca ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$)	0,22
Mg ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$)	0,11
Al ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$)	0,51
H + Al ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$)	2,65
SB ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$)	0,36
t ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$)	0,87
m (%)	58,6
T ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$)	3,01
V (%)	11,95
Matéria Orgânica (dag.kg^{-1})	0,61
Carbono Orgânico (dag.kg^{-1})	0,35
Areia Grossa (dag.kg^{-1})	42,8
Areia Fina (dag.kg^{-1})	33,2
Silte (dag.kg^{-1})	8
Argila (dag.kg^{-1})	16

P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; Al – alumínio; H – hidrogênio; SB – soma de bases; t – capacidade de troca de cátions efetiva; T – capacidade de troca de cátions a pH 7; m – saturação por alumínio; V – saturação por bases.

Após a germinação e emissão da terceira folha foi realizado o desbaste, mantendo-se três plantas de maior vigor em cada vaso. Foi realizado corte de uniformização a 10 cm do solo quando as plantas atingiram 20 cm de altura. Após o corte as plantas foram redistribuídas em blocos de acordo com o vigor das plantas do vaso, sendo feita, ainda, substituição de mudas pouco desenvolvidas por outras de melhor qualidade.

A adubação com nitrogênio (N) e potássio (K) também foi realizada por meio de solução nutritiva, sendo utilizados os adubos ureia e cloreto de potássio. Cada vaso recebeu 300 mL de solução contendo o equivalente a 100 mg.dm^{-3} de N e 100 mg.dm^{-3} de K_2O , sendo uma dose aplicada em sequência ao corte de uniformização e a segunda, após a colheita da biomassa produzida e antes do início do período de restrição hídrica.

Durante 30 dias, todos os vasos foram irrigados a 80% da CC. No trigésimo dia foi realizado corte e coleta da parte aérea para avaliações. Na segunda etapa, todos os vasos foram irrigados a 20% da CC durante 30 dias, simulando condição de déficit hídrico. Ao final da segunda etapa, foi feito o último corte da parte aérea e das raízes para avaliações.

As análises morfológicas foram realizadas em casa de vegetação e no laboratório de fenotipagem de plantas do ICA-UFMG. No primeiro corte avaliativo, foram quantificados o número de perfilhos (NPERF) e altura das plantas (ALT). A altura da planta foi medida do solo até a folha mais alta do vaso, de forma a não deformar a planta. Já o número de perfilhos, foi contado logo em seguida, sendo contados todos os perfilhos vivos presentes no vaso.

No segundo corte avaliativo, além dessas variáveis, foi realizada a coleta e lavagem das raízes em água corrente para remoção do solo e medição do volume e massa radicular. O volume radicular de cada vaso foi determinado pelo deslocamento do volume de água em proveta graduada, de acordo com Rossiello *et al.* (1995). Já a massa foi obtida por meio de secagem em estufa de circulação de ar forçada a $55 \text{ }^\circ\text{C}$ até peso constante.

Todo o material obtido após cada corte foi acondicionado em sacos plásticos com identificação correspondente a cada vaso e encaminhado ao laboratório de fenotipagem de plantas para separação morfológica em lâminas foliares, colmos e bainhas e material senescente. Cada componente morfológico foi acondicionado em sacos de papel, pesado e identificado. Os sacos com essas amostras foram alocados em estufa de circulação de ar forçada a 55°C durante 72 horas para pré-secagem.

A produção de massa seca de forragem por vaso (MSF) foi obtida por meio da soma do peso seco de cada componente morfológico (folha, colmo, morto e inflorescência). Já as porcentagens de folhas (%FOL), colmos e bainhas (%COL) e morto (%MOR) foram obtidas por meio do peso relativo de cada componente em relação ao peso seco total da forragem coletada no vaso.

O número de perfilhos presentes em cada vaso foi contado no dia do corte. Já para obtenção do peso médio dos perfilhos, a MSF de cada corte foi dividida pelo número de perfilhos do vaso, em cada uma das épocas de avaliação.

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar se apresentam distribuição normal e ao teste de Bartlett para verificar a homogeneidade de variâncias. Quando verificados efeitos significativos, os dados foram submetidos à transformação de dados por meio do arco seno, com o objetivo de estabilizar a variabilidade e atenuar discrepâncias e, assim, atender aos pressupostos de normalidade ou homogeneidade de variâncias.

Considerando a natureza de medidas repetidas no tempo, os dados obtidos foram submetidos ao diagnóstico das matrizes de variâncias e covariâncias residuais. As matrizes testadas foram: autorregressiva (1), autorregressiva heterogênea (2), processo autorregressivo contínuo (3), simetria composta (4) e matriz não estruturada (5). A escolha entre os diferentes modelos se deu por meio daqueles que minimizam os valores dos critérios de informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC).

Em seguida, identificou-se que os dados de porcentagens de componentes morfológicos (%FOL, %COL e %MOR) e o PMP não apresentavam distribuição normal e foram transformados antes da análise de dados. Já o diagnóstico das matrizes de variâncias e covariâncias residuais revelou que o modelo autorregressivo melhor se ajustou ara ALTURA e %FOL. Por outro lado, observou-se que o modelo não estruturado proporcionou o melhor ajuste para os dados relacionados a MSF, NPERF, %COL, %MOR e PMP.

Por fim, os dados foram submetidos à análise de variância adotando-se 5% como nível crítico de probabilidade. Quando significativa, a interação foi decomposta. Os dados foram comparados por meio de teste de Tukey, adotando-se 5% como nível de significância. Todas as análises foram implementadas no pacote *Easyanova* (Arnhold *et al.*, 2013) implementados no software estatístico RStudio (R Core Team, 2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre cultivar e período de avaliação afetou significativamente a altura (ALT) das plantas (Tabela 2). Tanto no período com estresse, quanto no período sem estresse, as plantas de capim BRS Paiaguás (PAIA) apresentaram maior altura. Já as demais plantas incluindo as três cultivares híbridas (Cayana, Sabiá e Mulato II) e a convencional Marandu (MAR), não diferiram entre si nos dois períodos de avaliação. A altura das plantas de PAIA foi 49,42 e 73,00% superior à de MAR nos períodos sem e com estresse, respectivamente (Tabela 2).

Quando avaliamos o efeito da subparcela, ou seja, quando comparamos o período sem e com estresse para cada cultivar individualmente, notamos que as cultivares Cayana (CAYA) e Mulato II (MUL) apresentaram menor altura no período com estresse comparado ao período sem estresse. A redução foi de 15,43% para CAYA e de 18,23% para MUL. Já a cultivar PAIA apresentou maior altura no período com estresse em relação ao sem estresse, representado por aumento de aproximadamente 9,60%.

Esses resultados podem indicar maior adaptação da cultivar PAIA ao estresse hídrico e menor das cultivares CAYA e MUL, mas esses critérios devem ser analisados em conjunto com outros do estudo. Em condições de escassez hídrica, há aumento no gasto energético para a absorção de nutrientes e água. Isso resulta na absorção reduzida de nutrientes e água pela planta, provocando uma diminuição nos processos de fotossíntese, divisão e expansão celular (Küster, *et al.*, 2021; Cavalcante, *et al.*, 2009). Esses efeitos impactam diretamente a altura das plantas, como evidenciado nas variedades CAYA e MUL.

A elevação da altura da cultivar PAIA durante o período de restrição hídrica parece estar associada a um mecanismo de adaptação à condição estressante, uma vez que a planta mais alta possui maior capacidade de captação de luz e maior eficiência fotossintética e produção de fotoassimilados, sendo essa uma forma de compensar o gasto de energia durante o estresse. A manutenção da altura também indica que a capacidade de expansão de tecidos do PAIA pode ter sido menos prejudicada que a das outras forrageiras.

Durante o estudo, não houve interrupção da irrigação, que foi mantida em baixos níveis (20% da CC) ao longo do período de estresse. Dado o fato de que as plantas foram cultivadas em vasos, não havia possibilidade de recorrerem a mecanismos como ampliação do sistema radicular como forma de buscarem água em profundidade. Assim, a condição do

presente estudo favorece determinar quais plantas utilizam de mecanismos para não perder água em situações de estresse (Volaire, 2018).

Tabela 2 – Altura de plantas (cm) de cultivares de *Urochloa* submetidos à ausência ou presença de estresse hídrico

Cultivar	Período	
	Sem estresse	Déficit hídrico
Marandu	34,8Ba	33,0Ba
Cayana	35,0Ba	29,6Bb
Sabiá	34,2Ba	30,0Ba
Mulato II	36,2Ba	29,2Bb
BRS Paiaguás	52,0Ab	57,2Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Apenas as diferenças entre cultivares afetaram o número de perfilhos (NPERF) (Tabela 3). Dessa forma, a ocorrência de estresse e a interação não causaram variações significativas nessa variável. Nesse estudo foi possível perceber diferenças no número de perfilhos das cultivares MUL e PAIA, onde o NPERF foi 45,25% maior na MUL em relação a PAIA. Portanto, a presença de estresse não afetou o número de perfilhos no estudo. Esse resultado é corroborado por Gomes *et al.* (2023), que não identificaram efeito significativo do estresse sobre o perfilhamento em híbridos de *Urochloa* spp.

Tabela 3 – Número de perfilhos de cultivares de *Urochloa* submetidas à ausência ou presença de estresse hídrico

Cultivar	Período		Média da cultivar
	Sem estresse	Déficit hídrico	
Marandu	20,4	21,0	20,7ab
Cayana	25,0	23,6	24,3ab
Sabiá	24,4	24,2	24,3ab
Mulato II	26,2	25,8	26,0a
BRS Paiaguás	19,0	16,8	17,9b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esses resultados sugerem uma adaptação morfológica das cultivares, uma vez que a manutenção do número de perfilhos durante o déficit hídrico favorece a resistência a outros fatores adversos, como a competição com plantas invasoras. A associação desses fatores com a condição de seca poderia resultar na morte das plantas (Sales *et al.*, 2020).

Apenas a presença ou ausência de estresse afetaram a massa seca de forragem (MSF) no estudo (Tabela 4). Todas as cultivares reduziram a produção de massa seca durante o déficit hídrico. Esse efeito também foi relatado por Gomes *et al.* (2023) e por Bonfim-Silva *et al.* (2014) em híbridos de *Urochloa* spp. sob déficit hídrico. O decréscimo de produtividade ocorreu porque o estresse hídrico diminuiu a eficiência do processo fotossintético.

Na escassez de água, as plantas tendem a fechar os estômatos para evitar perda de água por transpiração, resultando em aumento da resistência estomática e redução da captação de CO₂. Isso afeta diretamente na produção de massa seca, tendo em vista que o CO₂ é essencial para formação de fotoassimilados que fornecerão energia para esse processo (Alves *et al.*, 2023).

Tabela 4 – Massa seca de forragem (g.vaso⁻¹) de cultivares de *Urochloa* submetidas à ausência ou presença de estresse hídrico

Cultivar	Período	
	Sem estresse	Déficit hídrico
Marandu	5,1	2,5
Cayana	4,5	1,9
Sabiá	5,6	2,5
Mulato II	5,1	2,2
BRS Paiaguás	4,7	2,6
Média do período	5,0a	2,3b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As cultivares de *Urochloa* apresentaram porcentagem de folhas (%FOL) estatisticamente diferentes, não havendo efeito de época e interação (Tabela 5). Nesse sentido, a cultivar PAIA apresentou valor estatisticamente inferior às demais que não diferiram entre si. A %FOL de PAIA foi 23,41% menor que MAR. Resultados diferentes foram encontrados por Pezzopane *et al.* (2015) que não encontraram diferença significativa para %FOL entre PAIA e MAR sob deficiência hídrica.

Plantas submetidas à restrição hídrica podem reduzir o crescimento de folhas, o índice de área foliar (IAF) e aumentar a taxa de senescência foliar, como forma de adaptação à condição estressante (Seixas *et al.*, 2015). Dada a ausência de interação, esse padrão se repetiu no período sem e com estresse, indicando que PAIA apresenta padrão morfológico distinto das demais, mesmo sendo da mesma espécie que MAR ou compartilhando origem comum com os híbridos que possuem *U. brizantha* em sua constituição.

Plantas tolerantes à seca tendem a ajustar seus mecanismos fisiológicos para reduzir a produtividade e garantir a sobrevivência durante períodos de estresse hídrico (Ruiz, *et al.*, 2021). A menor proporção de folhas pode levar essa forrageira a uma economia de água, já que há menor superfície para a transpiração. Isso se torna interessante diante do fato de que não houve diferenças em termos produtivos entre todas as cultivares avaliadas. Mesmo tendo menos folhas, a PAIA pode possuir um padrão que a torna mais eficiente no aproveitamento da água.

Tabela 5 – Valores transformados com base no arco seno de porcentagem de folhas de cultivares de *Urochloa* submetidos à ausência ou presença de estresse hídrico

Cultivar	Período		Média da cultivar
	Sem estresse	Déficit hídrico	
Marandu	1,0948(88,88)	1,1581(91,60)	1,1265(90,29)a
Cayana	1,2053(93,39)	1,1528(91,39)	1,1791(92,43)a
Sabiá	1,0215(85,29)	1,1916(92,90)	1,1066(89,42)a
Mulato II	1,0403(86,26)	1,2239(94,04)	1,1321(90,53)a
BRS Paiaguás	0,8716(76,54)	0,6556(60,96)	0,7636(69,15)b

Valores entre parênteses representam a média real do parâmetro; médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve interação significativa entre cultivares e momento de avaliação para porcentagem de colmos (%COL) das plantas (Tabela 6). No período sem estresse hídrico, CAYA se diferiu de SAB e PAIA, apresentando 81,08% e 80,38% menos colmos respectivamente. No período com estresse, apenas PAIA se diferiu das demais cultivares, apresentando %COL substancialmente maior que as demais. Contudo, quando se compara a %COL de PAIA na subparcela, não há variação significativa, indicando uma tendência de maior porcentagem de colmos nos dois períodos de avaliação.

Tabela 6 – Valores transformados com base no arco seno de porcentagem de colmos de cultivares de *Urochloa* submetidos à ausência ou presença de estresse hídrico

Cultivar	Período	
	Sem estresse	Déficit hídrico
Marandu	0,1022(10,20)ABa	0,0536(5,36)Ba
Cayana	0,0413(4,13)Ba	0,0042(0,42)Ba
Sabiá	0,2201(21,83)Aa	0,0585(5,85)Bb
Mulato II	0,1635(16,28)ABa	0,0266(2,66)Bb
BRS Paiaguás	0,2121(21,05)Aa	0,3007(29,62)Aa

Valores entre parênteses representam a média real do parâmetro; médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Essa tendência corrobora com os achados de Gobbi *et al.* (2018), que constataram maiores proporções de colmos em PAIA, tanto nas águas quanto na seca, comparado a outras cultivares de *Urochloa* spp. Já as cultivares MUL e SAB demonstraram redução na %COL durante o período de restrição hídrica, com diminuição de 83,66% e 73,2%, respectivamente. Provavelmente SAB e CAYA apresentaram comportamento de prevenção à desidratação, aumentando o volume radicular em detrimento ao desenvolvimento de colmos, para possibilitar maior capacidade absorviva de água.

Houve diferença significativa apenas entre os períodos de avaliação para porcentagem de material morto (%MOR) (Tabela 7), de forma que essa variável aumentou no período de déficit hídrico em todas as plantas. A senescência é um processo natural para renovação do dossel das gramíneas, porém, pode ser intensificado por fatores abióticos como a seca (Simoni *et al.*, 2014). Esse mecanismo representa uma resposta da planta forrageira para diminuir a área foliar transpirante e, também, como forma de reduzir a quantidade de tecidos que devem ser mantidos metabolicamente ativos no estresse. Ao reduzir a quantidade de folhas, a planta minimizará o consumo de água e a demanda metabólica por fotoassimilados. Isso pode aumentar a chance de sobrevivência até o momento em que haja restituição da disponibilidade hídrica.

Tabela 7 – Valores transformados com base no arco seno de porcentagem de material morto de cultivares de *Urochloa* submetidas à ausência ou presença de estresse hídrico

Cultivar	Período	
	Sem estresse	Déficit hídrico
Marandu	0,0118(1,18)	0,0351(3,51)
Cayana	0,0024(0,24)	0,0240(2,40)
Sabiá	0,0009(0,09)	0,0329(3,29)
Mulato II	0,0021(0,21)	0,0497(4,97)
BRS Paiaguás	0,0259(2,59)	0,0990(9,88)
Média do período	0,0086(0,86)b	0,0481(4,81)a

Valores entre parênteses representam a média real do parâmetro; médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve efeito de cultivar e de período sobre o peso médio de perfilhos (PMP) (Tabela 8). Essa variável foi transformada utilizando-se logaritmo e não foi influenciada pela interação entre os fatores. O PMP da cultivar PAIA foi estatisticamente superior a CAYA e MUL, mas não diferiu de MAR e SAB. Nesse sentido, os perfilhos de PAIA foram 49,6 e 46,1% mais pesados que MUL e CAYA, respectivamente. Durante o déficit hídrico, houve redução de aproximadamente 50% no PMP, independentemente da cultivar avaliada, evidenciando o efeito da restrição hídrica no crescimento das cultivares de *Urochloa*.

Tabela 8 – Média transformada por logaritmo para peso médio de perfilhos (mg) de cultivares de *Urochloa* submetidas à ausência ou presença de déficit hídrico

Cultivar	Período		Média da cultivar
	Sem estresse	Déficit hídrico	
Marandu	2,3935(252,0)	2,0657(117,5)	2,2296(184,8)AB
Cayana	2,2605(186,6)	1,9366(88,0)	2,0985(137,3)B
Sabiá	2,3547(230,6)	2,0057(102,3)	2,1802(166,4)AB
Mulato II	2,2777(194,3)	1,9336(86,3)	2,1056(140,3)B
BRS Paiaguás	2,3931(249,4)	2,1961(161,8)	2,2946(205,6)A
Média do período	2,3359(222,6)a	2,0275(111,2)b	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; valores entre parênteses representam a média real do parâmetro;

Há um mecanismo de compensação entre o tamanho e a densidade de perfilhos utilizado pelas plantas forrageiras para aumentar o acúmulo de forragem de acordo com a altura de manejo e condições ambientais. Quando o fator altura é considerado e o manejo é realizado em menores alturas, conseqüentemente as plantas apresentam maior número de perfilhos com menor peso médio. Ao passo que as condições que favorecem o crescimento são acompanhadas por aumento no tamanho e peso e redução no número de perfilhos, levando a um maior peso médio (Sbrissia; Da Silva, 2008). Esse resultado se manifestou na cultivar PAIA, que apresentou menos perfilhos, porém com valores que tenderam a ser mais elevados (Tabela 8).

Os dados de volume (VOL) e massa seca de raiz (MSR) (Tabela 9) foram coletados apenas ao final da segunda etapa do estudo. Portanto, não há o fator época, sendo avaliado apenas o efeito de cultivares. Assim, notam-se diferenças significativas para o VOL, onde a cultivar BRS Paiaguás apresentou volume significativamente menor em relação às outras. O VOL da cultivar PAIA foi 49% inferior à MAR, principal referência do estudo.

A MSR também apresentou a mesma tendência do VOL, na qual PAIA apresentou valor significativamente menor que as outras (Tabela 9). Nesse sentido, a MSR do PAIA foi 46% menor que a MAR. Dada a semelhança nos resultados, ambos os parâmetros foram igualmente capazes de representar as raízes de cultivares de *Urochloa* e apenas um deles pode ser priorizado nesse tipo de estudo.

Tabela 9 – Volume e massa seca de raiz de cultivares de *Urochloa* submetidas a períodos com e sem estresse hídrico

Cultivar	Volume de raiz (cm ³)	Massa seca de raiz (g)	Massa específica (mg/cm ³)
Marandu	51,0a	13,9a	280,5
Cayana	64,0a	14,0a	219,6
Sabiá	60,0a	16,0a	275,7
Mulato II	52,0a	16,7a	330,5
BRS Paiaguás	26,0b	7,5b	370,5
CV (%)	18,51	24,23	44,58

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já a massa específica da raiz (MESP) não foi influenciada pelas cultivares, apesar da grande variação entre as médias (Tabela 9). Esse resultado indica que a espessura das raízes ou o volume ocupado por cada unidade de massa seca de raiz foi semelhante entre as cultivares e entre as épocas, levando a esse resultado. Por outro lado, essa variável apresentou alto coeficiente de variação, o que pode ter dificultado a diferenciação das médias. Algumas plantas de metabolismo C4 como os capins Buffel e Andropogon apresentam raízes mais robustas que podem ser indicadoras de tolerância à seca. Beloni *et al.* (2018) encontraram resultados diferentes para desenvolvimento radicular em PAIA comparado a outras cultivares de *Urochloa* spp. sob déficit hídrico. Em seus estudos, PAIA apresentou maior desenvolvimento radicular sob déficit hídrico.

5. CONCLUSÃO

A cultivar BRS Paiaguás mostrou maior adaptação ao déficit hídrico e aspectos morfológicos distintos, como maior altura e peso médio de perfilhos. A densidade de perfilhos manteve-se estável, enquanto a massa seca de forragem diminuiu durante o estresse. A porcentagem de folhas foi menor na BRS Paiaguás, sugerindo uma estratégia de economia de água. A porcentagem de colmos variou entre as cultivares, indicando respostas específicas ao estresse hídrico. As raízes da BRS Paiaguás foram menores, no entanto a produção de massa seca foi semelhante, sugerindo possíveis adaptações. Esses resultados contribuem para entender as adaptações das forrageiras à seca, sendo relevantes para práticas agrícolas sustentáveis em regiões semiáridas.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, E. D. S. *et al.* Trocas gasosas de mudas de pereiro (*Aspidosperma pyriforme* Mart.) sob déficit hídrico progressivo e recuperação. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 19, n. 1, p. 1-6, 28 nov. 2023. Disponível em: <https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/1375>. Acesso em: 303 nov0 dez.. 2023.

ANDRADE, F. M. E. **Produção de forragem e valor alimentício de capim-marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. 2003. 125f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.11.2004.tde-25032004-164248>. Acesso em: 22 maio. 2022.

ARGEL, P. J. *et al.* **Cultivar Mulato II (*Brachiaria* híbrida CIAT 36087)**: Gramínea de alta qualidade e produção forrageira, resistente às cigarrinhas e adaptada a solos tropicais ácidos.

Cali: Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT), 2007. Disponível em: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/69689/mulato_ii_portugues.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 05 maio. 2023.

ARNHOLD, E. Package in the R environment for analysis of variance and complementary analyses. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, Goiânia, v. 50, n. 6, p. 488-492, dez. 2013.

AZEVEDO, *et al.* Analysis of the 2012-2016 drought in the northeast Brazil and its impacts on the Sobradinho water reservoir. **Remote Sensing Letters**, v. 9, n. 15, p. 438-446, fev. 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/5f805231-5652-4c57-9e5f-42d5882b3d42/content>. Acesso em: 24 nov. 2023.

BARENBRUG DO BRASIL. **Brachiaria Híbrida cv. Mulato II**: Confiança e Resultado. 2023a. Disponível em: <https://www.barenbrug.com.br/brachiariahibrida>. Acesso em: 06 maio. 2023.

BARENBRUG DO BRASIL. **Brachiaria Híbrida cv. Sabiá**: Confiança e Resultado. 2023b. Disponível em: <https://www.barenbrug.com.br/brachiar-sabia>. Acesso em: 06 maio. 2023

BARENBRUG DO BRASIL. **Brachiaria Híbrida cv. Cayana**: Confiança e Resultado. 2023c. Disponível em: <https://www.barenbrug.com.br/brachiar-cayana>. Acesso em: 06 maio. 2023.

BELONI, T. *et al.* Large variability in drought survival among *Urochloa* spp. cultivars. **Grass and forage science**, São Paulo, v. 73, n. 4, p. 947-957, jul. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/326711367>. Acesso em: 12 set. 2023.

BONFIM-SILVA, E. M. *et al.* Desenvolvimento e produção de capim-convert HD364 submetido ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Agroambiente**, Boa Vista, v. 8, n. 1, p. 134-141, jan-abr. 2014. Disponível em: <https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/1437>. Acesso em: 05 maio. 2023.

BRAZ, T. G. S.; MARTUSCELLO, J. A.; SILVA, R. C. Alternativas forrageiras tolerantes à seca: gêneros *Urochloa* e *Megathyrus*. **Informe Agropecuário**. v. 43, n. 317, p. 37-50, 2022.

CAVALCANTE, A. C.; CAVALLINI, M. C.; LIMA, N. R. C. Estresse por déficit hídrico em plantas forrageiras. 1. ed. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2009. 50 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/748148/1/doc89.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

CHERUIYOT, D. *et al.* Genotypic responses of *Brachiaria* Grass (*Brachiaria* spp.) accessions to drought stress. **Journal of Agronomy**, Nairobi, v. 17, n. 3, p. 136-146, jan. 2018. Disponível em: <https://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ja/2018/136-146.pdf>. Acesso em: 01 maio. 2023.

CLIMATE-DATA.ORG. **Climate-data, c2019. Clima Montes Claros**: Temperatura, Tempo e Dados climatológicos Montes Claros. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/americado-sul/brasil/minas-gerais/montes-claros-2886/>. Acesso em: 04 jun. 2023.

COOK, B. *et al.* Tropical forages: an interactive selection tool. 2. ed. Cali: International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Nairobi: International Livestock Research Institute (ILRI). 2020. Disponível em: <https://www.tropicalforages.info>. Acesso em: 5 out. 2021.

COOK, B. G.; SCHULTZE-KRAFT, R. Botanical name changes - nuisance or a quest for precision? **Tropical Grassland**, Cali, v. 3, n. 1, p. 34-40, jan. 2015. Disponível em: <https://www.tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/article/view/198/0>. Acesso em: 01 maio. 2023.

DE SÁ SOUZA, M. *et al.* Practices for the improvement of the agricultural resilience of the forage production in semiarid environment: a review. **Amazonian Journal of Plant Research**, v. 3, n. 4, p. 417–430, dez. 2019. Disponível em: <https://shre.ink/TbRn>. Acesso em: 05 set. 2023.

DUARTE, C. F. D. *et al.* Morfogênese de braquiárias sob estresse hídrico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 71, n. 05, p. 1669-1676, out. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10844>. Acesso em: 22 maio. 2022.

DZAVO, T., ZINDOVE, T. J., DHLIWAYO, M. *et al.* Effects of drought on cattle production in sub-tropical environments. **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, n. 3, p. 669–675, mar. 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-018-1741-1#citeas>. Acesso em: 05 set. 2023.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Brachiaria brizantha - BRS Paiaguás** - Portal Embrapa, 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/892/brachiaria-brizantha---brs-paiaguas>. Acesso em: 10 maio. 2023.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pastagens do Brasil**: geração de alimentos, couro, cosméticos e medicamentos. Brasília: EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225469/1/Encarte-Portifolio-Template-aberto-outro-formato2804-1.pdf>. Acesso em: 04 maio. 2023.

FAO. 2021a. FAOSTAT: Land use. In: FAO.org [online]. Available at <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RL>.

FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R.; MARTUSCELLO, J. A. Importância das forrageiras no sistema de produção. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A (Coord.). **Plantas forrageiras**. Viçosa: Editora UFV, 2010. Cap. 1, p. 13-15.

GOBBI, K. F. *et al.* Massa de forragem e características morfológicas de gramíneas do gênero *Brachiaria* na região do Arenito Caiuá/PR. **Boletim de indústria animal**, Nova Odessa, v. 75, p. 1-9, jul. 2018. Disponível em: <http://bia.iz.sp.gov.br/index.php/bia/article/view/1446>. Acesso em: 17 nov. 2023.

GOMES, L. D. *et al.* Tolerância de híbridos de braquiária ao estresse hídrico. **Scientific Electronic Archives**, Rondonópolis, v. 16, n. 10, p. 1-7, set. 2023. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1792>. Acesso em: 10 nov. 2023.

GOOGLE MAPS. **Coordenadas geográficas casa de vegetação ICA/UFMG.** 2023. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/16%C2%B040'57.0%22S+43%C2%B050'25.2%22W/>. Acesso em: 04 jun. 2023.

HABERMANN, E. *et al.* Low soil nutrient availability does not decrease post-drought recovery of *Brachiaria* Mavuno. **Brazilian journal of botany**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 849–858, nov. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355975082_Low_soil_nutrient_availability_does_not_decrease_post-drought_recovery_of_Brachiaria_Mavuno. Acesso em: 12 set. 2023.

IBRAHIM, K. H; ABUBAKAR USMAN, L. Management practices of pasture, range and grazing reserves for livestock production in the tropics: A review. **American Journal of Entomology**, v. 5, n. 2, p. 18, maio 2021. Disponível em: <https://www.sciencepublishinggroup.com/article/10.11648.j.aje.20210502.11>. Acesso em: 05 set. 2023.

JANK, L. *et al.* Increased animal production through the development of high-quality tropical forages. **Latin American Archives of Animal Production**, v. 23, n. 6, 1-5, 07 jan. 2019. Disponível em: http://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/2666. Acesso em: 03 mar. 2022.

JANK, L.; BRAZ, T. G. S.; MARTUSCELLO, J. A. Gramíneas de clima tropical. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Coord.). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel - ME, 2014. Cap. 8, p. 110-111.

KROTH, B. E. *et al.* Cultivares de *Brachiaria brizantha* sob diferentes disponibilidades hídricas em Neossolo Flúvico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 5, p. 464-469, maio 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/L69sQHKcWrMYXBPdP8tvXcD/?lang=pt>. Acesso em: 05 maio. 2023.

KUSTER, M. C. T. *et al.* Efeito do déficit hídrico no crescimento inicial de quatro espécies agrícolas. **Caderno de Pesquisa**, Santa Cruz do Sul, v. 32, n. 1, p. 11-20, abr. 2021. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/cadpesquisa>. Acesso em: 11 nov. 2023.

LANDAU, E. C. *et al.* Evolução da área ocupada por pastagens. In: LANDAU, E. C.; DA SILVA, G. A.; MOURA, L.; HIRSC, A.; GUIMARÃES, D. P (Ed.). **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas: produtos de origem animal e da silvicultura**. 1. ed. Brasília: Embrapa. 2020. Cap. 46, p. 1555-1578.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, p. 1189-1200, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-016-1840-8>. Acesso em: 9 set. 2022.

MATTOS, J. L. S.; GOMIDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M. Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria*, sob déficit hídrico, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 746-754, jun. 2005. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/JX8xFs6wdxvJ5rLvcm9YbZh/?lang=pt>. Acesso em: 04 mai. 2023.

NUNES, S. G. *et al.* ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Campo Grande: EMBRAPA - CNPGC, 1984. 31p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 21). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/317899/1/Brachiariabrizantha.pdf>. Acesso em: 08 set. 2022.

PESSOA-FILHO, M.; MARTINS, A. M.; FERREIRA, M. E. Molecular dating of phylogenetic divergence between *Urochloa* species based on complete chloroplast genomes. **BMC Genomics**, Brasília, v. 18, n. 516, p. 2-3, jul. 2017. Disponível em: <https://bmcgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12864-017-3904-2>. Acesso em: 20 maio. 2022.

PEZZOPANE, C. G. *et al.* Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 5, p. 871-876, maio 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/5bqrGZsWLZT9sC4HPZz3vCd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 04 maio. 2023.

R CORE TEAM (2020). **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RENVOIZE, S. A. *et al.* Morphology, taxonomy, and natural distribution of *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILES, J.W.; MAAS, B.L.; VALLE, C.B. ***Brachiaria: biology, agronomy and improvement***. Cali: Centro Nacional de Agricultura Tropical. Campo Grande: Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte, 1996. p.1-17 (CIAT Publication N°259). Disponível em: <https://alliancebioiversityciat.org/publications-data/brachiaria-biology-agronomy-and-improvement>. Acesso em: 22 nov. 2023.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **5ª Aproximação: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: SBCS, 1999. p. 332-340.

ROSSIELLO, R. O. P. *et al.* Comparação dos métodos fotoelétrico e da interseção na determinação de área, comprimento e raio médio radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 633-638, maio 1995. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4347>. Acesso em: 18 nov. 2023.

RUFINO, L. D. A.; MONÇÃO, F. P.; BRAZ, T. G. S.; OLIVEIRA, P. M. O capim-buffel. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 43, n. 317, p. 18-27, 2022.

RUIZ, V.; ROCHA, L.; SAVÉ, R. Tolerancia a la sequía de *Paspalum notatum* sometido a defoliación. **Ecosistemas**, Nicaragua, v. 30, n. 3, p. 2204, dez. 2021. Disponível em: <https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/2204> Acesso em: 17 nov. 2023.

SALES, K. C. *et al.* What is the maximum nitrogen in marandu palisadegrass fertilization?. **Grassland Science**, Rondonópolis, v. 66, n. 3, p. 153-160, jul. 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/grs.12266>. Acesso em: 14 nov. 2023.

SEIXAS *et al.* Déficit hídrico em plantas forrageiras: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária da FAEF**, Janaúba, v. 25, n. 1, p. 1-13, jan. 2015. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/site/e/medicina-veterinaria-24-edicao-12015.html#tab1150>. Acesso em: 14 nov. 2023.

SERRÃO, E. A.; SIMÃO NETO, M. **Série estudos sobre forrageiras na Amazônia**: informações sobre duas espécies de gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* na Amazônia: *B. decumbens* Stapf e *B. ruziziensis*. 2. ed. Belém: IPEAN, 1971. 32 p. (Folheto) Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/376339>. Acesso em: 22 maio. 2022.

SILVA, C. T. R. *et al.* Yield component responses of the *Brachiaria brizantha* forage grass to soil water availability in the Brazilian Cerrado. **Agriculture**, Basel, Switzerland, v. 10, n. 1, jan. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/10/1/13>. Acesso em: 05 maio. 2023.

SILVA, I. M. *et al.* Crescimento e valor nutritivo do capim xaraés sob diferentes adubações e umidades do solo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 61669–61683, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/15542/12789>. Acesso em: 05 abr. 2023.

SIMIONI, T. A. *et al.* Senescência, remoção, translocação de nutrientes e valor nutritivo em gramíneas tropicais. **PubVet**, [s. l.], v. 8, n. 13, p. 1-53, set. 2014. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/1676>. Acesso em: 17 nov. 2023.

TAIZ, L. *et al.* Água e células vegetais. In: TAIZ, L. *et al.* (org.). **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 3, p. 83-89.

VALÉRIO, J. R. **Considerações sobre a morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em alguns estados do Centro e Norte do Brasil**: Enfoque entomológico. 1. ed. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. 8 p. (Comunicado técnico 98) Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPGC-2009-09/12483/1/COT98.pdf>. Acesso em: 17 set. 2019.

VALLE, C. B. *et al.* BRS Paiaguás: A new *Brachiaria* (*Urochloa*) cultivar for tropical pastures in Brazil. **Tropical Grasslands – Forages Tropicales**. Cali, v.1, n.1, p.121-122, set, 2019. Disponível em: <https://tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/article/view/68/41>. Acesso em: 20 out 2021.

VALLE, C. B. *et al.* Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A (Coord.). **Plantas forrageiras**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010a. Cap. 2, p. 30-34.

VOLAIRE, F. A unified framework of plant adaptive strategies to drought: Crossing scales and disciplines. **Global Change Biology**, Illinois, v. 24, n. 7, p. 2929-2938, jan. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcb.14062>. Acesso em: 18 out 2021.