

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

Murilo Antônio Oliveira Ruas

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS E NUTRICIONAIS DE MUDAS DE AROEIRA E
PEQUI EM CONVIVÊNCIA COM CAPIM-BRAQUIARÃO**

Montes Claros

2023

Murilo Antônio Oliveira Ruas

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS E NUTRICIONAIS DE MUDAS DE AROEIRA E
PEQUI EM CONVIVÊNCIA COM CAPIM-BRAQUIARÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Leonardo David Tuffi Santos

Coorientador: Luan Mateus Silva Donato

Montes Claros

2023

Ruas, Murilo Antônio Oliveira.

R894a
2023 Aspectos fisiológicos e nutricionais de mudas de aroeira e de pequi em convivência com o capim-braquiarião[manuscrito]/ Murilo Antônio Oliveira Ruas . Montes Claros, 2023.

66f. : il.

Dissertação (mestrado) - Área de concentração em Produção Vegetal. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador: Leonardo David Tuffi Santos

Banca examinadora: Aroldo Ferreira Lopes Machado e Rodinei Facco Pegoraro.

Inclui referências: f. 21-26; 43-47; 62-66.

1. Aroeira do sertão -- Teses. 2. Pequi -- Teses. 3. Capim-braquiaria -- Teses. 4. Macronutrientes -- Teses. 5. Cultivo consorciado -- Teses. 6. Cerrados -- Teses. I. Tuffi Santos Leonardo . II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 631.53



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 18 dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e três, às 8:00 horas, sob a Presidência do Professor Leonardo David Tuffi Santos, D. Sc. (Orientador - UFMG/ICA) e com a participação dos Professores Rodinei Facco Pegoraro, D. Sc. (UFMG/ICA) e Aroldo Ferreira Lopes Machado, D. Sc. (UFRRJ), reuniu-se, por videoconferência, a Banca de Defesa de Dissertação de **Murilo Antônio Oliveira Ruas** aluno do Curso de Mestrado em Produção Vegetal. Após avaliação da defesa de Dissertação do referido aluno, a Banca Examinadora procedeu à publicação do resultado da defesa de Dissertação intitulada: "**Aspectos fisiológicos e nutricionais de mudas de aroeira e de pequi em convivência com o capim-braquiário**", sendo o aluno considerado **aprovado**. E, para constar, eu, Professor Leonardo David Tuffi Santos, Presidente da Banca, lavrei a presente ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora.

OBS.: O aluno somente receberá o título após cumprir as exigências do ARTIGO 65 do regulamento do Curso de Mestrado em Produção Vegetal, conforme apresentado a seguir:

Art. 65 Para dar andamento ao processo de efetivação do grau obtido, o candidato deverá, após a aprovação de sua Dissertação ou Tese e da realização das modificações propostas pela banca examinadora, se houver, encaminhar à secretaria do Colegiado do Programa, com a anuência do orientador, 1 (um) exemplar impresso e 1 (um) exemplar eletrônico da dissertação ou, tese, no prazo de 60 (sessenta) dias.

Montes Claros, 18 de dezembro de 2023.

Aroldo Ferreira Lopes Machado

Membro

Rodinei Facco Pegoraro

Membro

Leonardo David Tuffi Santos

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Leonardo David Tuffi Santos, Professor do Magistério Superior**, em 18/12/2023, às 14:30, 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 **Rodinei Facco Pegoraro, Professor do Magistério Superior**, em 19/12/2023, às 06:33, 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 **Aroldo Ferreira Lopes Machado, Usuário Externo**, em 20/12/2023, às 10:27, 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 2911170 e o código CRC 72FC682C.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por guiar os meus passos e ser a minha fortaleza durante toda a caminhada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA-UFMG) pela formação, infraestrutura e realização do trabalho.

Ao professor Leonardo David Tuffi Santos pela orientação, amizade e paciência durante o percurso.

Aos professores Aroldo Ferreira e Rodinei Pegoraro, pela participação na Banca de defesa e pelas contribuições para melhoria do trabalho.

A todos os amigos do Laboratório de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas, em especial ao Luan, que muito contribuíram durante a condução dos trabalhos, agradeço pela convivência e pela valorosa ajuda nos experimentos.

Aos amigos do Grupo do Terço da Divina Misericórdia Cantado que foram, em muitos momentos, meus apoiadores e incentivadores.

Um agradecimento especial à minha mãe, Amélia, ao meu pai, Antônio, e a toda minha família que sempre me apoiaram e me incentivaram a seguir em frente.

Agradeço ao Projeto Pró-Pequi, pela bolsa concedida, em especial, ao professor Fausto Makishi.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro em parte dos estudos.

A todos que, de algum modo, colaboraram para a conclusão desta importante etapa da minha vida, meu muito obrigado!

RESUMO

A implantação de mudas de *Caryocar brasiliense* (pequi) e *Myracrodruon urundeuva* (aroeira) em áreas de recuperação florestal ou em cultivos consorciados enfrenta problemas relacionados à competição com plantas daninhas. Apesar da relevância do assunto, a matocompetição para essas espécies é pouco estudada, sobretudo quando relacionada à convivência com *Urochloa brizantha*, considerada a principal forrageira cultivada no Brasil e infestante comum em áreas de recuperação florestal. Em função disso, o objetivo deste trabalho consiste em avaliar os aspectos competitivos e a resposta fisiológica e de crescimento inicial de mudas de *C. brasiliense* e *M. urundeuva* em convivência com *U. brizantha*, por meio de dois experimentos de competição, em delineamento e blocos casualizados, com seis repetições, contemplando cada uma das espécies arbóreas mantidas em convivência com *U. brizantha*. Nos dois estudos foram considerados como tratamentos as diferentes densidades do competidor *U. brizantha*, sendo 0 (testemunhas), 14, 28 e 42 indivíduos/m², o que corresponde a 0, 1, 2 e 3 plantas do competidor/vaso. Em relação aos resultados, a competição com *U. brizantha* ocasionou menor eficiência instantânea do uso da água na taxa fotossintética de *M. urundeuva*, com redução de até 35% em comparação à ausência do competidor, afetando negativamente as variáveis fisiológicas, os teores e o conteúdo de macronutrientes de *M. urundeuva*, em suas diferentes densidades de infestação, sem interferir, contudo, na produção de massa seca das mudas. As plantas de *C. brasiliense* em competição com *U. brizantha*, por sua vez, apresentaram redução na taxa fotossintética (45 a 73%), na eficiência instantânea do uso da água (55 a 70%), na taxa de transporte de elétrons (18 a 50%) e na condutância estomática (40 a 66%) em comparação à testemunha, além de redução (>50%) na taxa de transporte de elétrons e pequeno aumento na eficiência quântica do fotossistema II, sendo mais eficientes na absorção de macronutrientes. A convivência de *U. brizantha*, independente da densidade, afeta o crescimento, as variáveis fisiológicas e o aproveitamento de macronutrientes de mudas de *M. urundeuva* e *C. brasiliense*, comprovando quanto a convivência de *U. brizantha* é prejudicial às espécies arbóreas abordadas neste estudo.

Palavras-chave: *Myracrodruon urundeuva*; *Caryocar brasiliense*; *Urochloa brizantha*; macronutrientes; convivência; Cerrado.

ABSTRACT

The implantation of *Caryocar brasiliense* (pequi) and *Myracrodruon urundeuva* (aroeira) seedlings in forest recovery areas or in intercropped crops faces problems related to competition with weeds. Despite the relevance of the subject, weed competition for these species is little studied, especially when related to coexistence with *U. brizantha*, considered the main forage crop cultivated in Brazil and a common weed in forest recovery areas. As a result, the objective of this work is to evaluate the competitive aspects and the physiological and initial growth response of *C. brasiliense* and *M. urundeuva* seedlings in coexistence with *U. brizantha*, through two competition experiments, in design and randomized blocks, with six replications, covering each of the tree species kept in coexistence with *U. brizantha*. In both studies, different densities of the competitor *U. brizantha* were considered as treatments, being 0 (controls), 14, 28 and 42 individuals/m², which corresponds to 0, 1, 2 and 3 plants of the competitor/pot. Regarding the results, competition with *U. brizantha* caused lower instant water use efficiency in the photosynthetic rate of *M. urundeuva*, with a reduction of up to 35% compared to the absence of the competitor, negatively affecting physiological variables, contents and macronutrient content of *M. urundeuva*, in its different infestation densities, without interfering, however, in the dry mass production of the seedlings. *C. brasiliense* plants in competition with *U. brizantha*, in turn, showed a reduction in photosynthetic rate (45 to 73%), in instantaneous water use efficiency (55 to 70%), in electron transport rate (18 to 50%) and in stomatal conductance (40 to 66%) compared to the control, in addition to a reduction (>50%) in the electron transport rate and a small increase in the quantum efficiency of photosystem II, being more efficient in the absorption of macronutrients. Finally, the coexistence of *U. brizantha*, regardless of density, affected the growth, physiological variables and use of macronutrients of *M. urundeuva* and *C. brasiliense* seedlings, proving how harmful the coexistence of *U. brizantha* is to tree species addressed in this study.

Keywords: *Myracrodruon urundeuva*; *Caryocar brasiliense*; *Urochloa brizantha*; macronutrients; coexistence; Cerrado.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo geral.....	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
3 REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1 O bioma Cerrado	13
3.1.1 <i>Myracrodruon urundeuva</i> Alemmão.....	14
3.1.2 <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.....	15
3.1.3 <i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster.....	17
3.2 Plantas daninhas e o plantio de espécies arbóreas nativas	18
3.2.1 Competição de plantas daninhas com espécies florestais.....	19
REFERÊNCIAS	21
4 ARTIGOS	27
4.1 Efeito da densidade de <i>Urochloa brizantha</i> na competição com <i>Myracrodruon urundeuva</i>	27
Resumo.....	28
Abstract.....	29
Introdução.....	30
Material e métodos.....	31
Local de estudo e material utilizado.....	31
Delineamento experimental e tratamentos.....	32
Variáveis resposta, coleta e análise de dados.....	33
Resultados.....	36
Discussão.....	40
Conclusão.....	42
Agradecimentos.....	43
Referências.....	43
4.2 Competição de <i>Urochloa brizantha</i> sobre o crescimento inicial, fisiologia e aproveitamento de macronutrientes em <i>Caryocar brasiliense</i>	48
Resumo.....	49

Abstract	49
Introdução	50
Material e métodos	52
Local de estudo e material utilizado.....	52
Delineamento experimental e tratamentos.....	53
Variáveis resposta, coleta e análise de dados.....	54
Resultados	56
Discussão	59
Conclusão	61
Agradecimentos	62
Referências	62
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	66

1 INTRODUÇÃO

A atividade humana é a principal responsável pelos danos causados ao meio ambiente, sobretudo aos biomas, uma vez que a retirada da cobertura vegetal nativa, por exemplo, ocasiona a perda de biodiversidade e funções ecológicas importantes. No Cerrado, responsável por ocupar uma área de 23,9% do território brasileiro, os danos da atividade humana são maiores, dada as altas taxas de uso da terra para as atividades agrícolas e agropecuária, conforme apontam os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022).

O uso de áreas do Cerrado para a implementação de culturas ou de pastagens impacta diretamente na vegetação nativa, com destaque para a perda de espécies arbóreas. Dentre as espécies arbóreas nativas retiradas para a introdução de plantas exóticas estão *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Caryocar brasiliense* Cambess, popularmente conhecidas como aroeira e pequi, respectivamente.

Ambas as espécies têm sido utilizadas para fins diferentes ao longo dos anos, em razão da qualidade de suas madeiras – resistentes à ataques de fungos e de cupins –, mais especificamente, na fabricação de estacas, mourões para cercas, vigas em pontes, construção de móveis e na construção civil em geral. De modo específico, *M. urundeuva* é usada na produção de fármacos e suas flores importantes na atividade de meliponicultura, enquanto *C. brasiliense* é utilizado em pratos típicos da culinária brasileira, tendo em vista o apreço pelo seu fruto.

Myracrodruon urundeuva e *C. brasiliense*, em função da exploração descontrolada, estão entre as espécies da flora brasileira que são protegidas por lei e proibidas de serem extraídas. Assim, o plantio de mudas é comum em casos de compensação ambiental e enriquecimento da vegetação em projetos de restauração ambiental. Por conseguinte, a importância dessas espécies para o bioma e a atividade humana aumentou o interesse pelo cultivo puros e em consórcios.

O cultivo de *M. urundeuva* e *C. brasiliense*, seja para fins de restauração ambiental, seja para fins comerciais, esbarra em problemas de competição com plantas daninhas, principalmente com espécies de gramíneas exóticas usadas como forrageiras em pastagens. Nesse cenário, surge a espécie *Urochloa brizantha*, conhecido popularmente como capim-braquiarião e considerado a principal gramínea exótica utilizada no Brasil como forrageira.

Além de manifestar um problema na restauração florestal em áreas descaracterizadas para uso em pastagens, também é considerado uma planta invasora do bioma Cerrado, causando problemas em áreas pouco antropizadas; é uma planta perene, com alta produção de sementes, rápido crescimento e alta produção de biomassa. Por outro lado, *M. urundeuva* e *C. brasiliense* têm crescimento inicial lento, que provoca o desequilíbrio competitivo entre espécies, quando em convivência com *U. brizantha*.

Apesar do potencial competitivo de *U. brizantha* sobre o estabelecimento de *M. urundeuva* e *C. brasiliense*, na literatura, são escassas as informações acerca do entendimento dos processos de interferência da espécie sobre mudas de indivíduos arbóreos. Assim, compreender as respostas fisiológicas, nutricionais e de crescimento de *M. urundeuva* e *C. brasiliense*, em convivência com *U. brizantha*, surge como uma importante estratégia para projetos de restauração florestal e de cultivos comerciais com as espécies florestais abordadas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar os aspectos competitivos e a resposta fisiológica de *Caryocar brasiliense* e *Myracrodruon urundeuva* em convivência com *Urochloa brizantha*.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar a resposta fisiológica e o crescimento inicial de plantas de *C. brasiliense* e *M. urundeuva* em convivência com *U. brizantha*.

Avaliar a absorção, o acúmulo e a partição de macronutrientes de mudas de *C. brasiliense* e *M. urundeuva* em convivência com *U. brizantha*.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O bioma Cerrado

O Cerrado é comumente descrito como a savana tropical mais rica e diversificada do mundo, com uma flora composta por 11.627 espécies de plantas catalogadas (Brasil, 2017); cerca de 40% da flora é endêmica, fazendo com que o Cerrado seja considerado um dos *hotspots* em biodiversidade (Rabelo *et al.*, 2023).

Em relação ao território brasileiro, é considerado o segundo maior bioma do país, ocupando 23,9% das áreas compostas pelos seguintes estados: Bahia (27%), Distrito Federal (100%), Goiás (97%), Maranhão (65%), Mato Grosso (39%), Mato Grosso do Sul (61%), Minas Gerais (57%), Paraná (2%), Piauí (37%), Rondônia (1%), São Paulo (32%) e Tocantins (91%). A vegetação do Cerrado ainda pode ser encontrada, em áreas pequenas, nos estados do Acre, Pará e Roraima, conforme apontam os dados do IBGE (2022).

Trata-se de um bioma caracterizado por uma grande diversidade de paisagens e ecossistemas, conhecidos como fitofisionomia; esta, por sua vez, é dividida em Cerrado *Stricto Sensu*, Cerradão, Campo Limpo, Veredas, Cerrado Rupestre, Cerrado de Altitude e o Cerrado Típico do Pantanal, cuja vegetação pode variar em resposta a fatores edafoclimáticos (Peres *et al.*, 2018; Durigan *et al.*, 2011).

No estado de Minas Gerais aproximadamente 333 mil km² é coberto pelo bioma Cerrado, possuindo ampla variedade de espécies vegetais endêmicas (Leite *et al.*, 2018), dentre as quais, espécies arbóreas características do bioma e de grande importância ecológica e socioeconômica.

Segundo Ferreira e Lino (2021), o Cerrado sofreu grande exploração, com a implementação da nova fronteira agrícola que ocorreu na década de 1970, acelerando o processo de desmatamento e a exploração de algumas espécies arbóreas. Diante desse processo de exploração sobre espécies madeireiras nativas, foi publicada a Portaria 83, de 26 de setembro de 1991, que estabeleceu a proibição de corte e exploração de algumas espécies, tais como *Myracrodruon urundeuva*, *Melanoxylon brauna*, *Schinopsis brauna* e *Astronium fraxinifolium* (IBAMA, 1991). No estado de Minas Gerais, *Caryocar brasiliense* também teve seu corte proibido pela Lei 20.308, de 27 de julho de 2012 (Minas Gerais, 2012).

Em suma, a exploração das áreas de cultivo no Cerrado, em consonância com a expansão das atividades de pecuária e agricultura, levaram à perda da biodiversidade e, em casos mais graves, pode ocasionar a formação de áreas degradadas, havendo a necessária intervenção do homem na restituição da flora local (Ferreira; Lino, 2021).

3.1.1 *Myracrodruon urundeuva* Allemão

Myracrodruon urundeuva é uma espécie arbórea da família Anacardiaceae, tendo como sinônimas *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl. e *Astronium juglandifolium* Griseb. As árvores dessa espécie podem atingir entre 6 a 14 metros de altura em ambientes de maior restrição de água e em solos mais pobres do Cerrado e da Caatinga; em solos mais férteis da floresta latifoliada semidecídua, a altura varia entre 20 a 25 metros. O tronco, por sua vez, apresenta casca áspera, de cor parda a acinzentada, podendo atingir de 0,5 a 0,8 centímetros de diâmetro. Além disso, possui inflorescências terminais de cor amarela, que surgem geralmente entre os meses de junho a julho, e frutos do tipo aquênios, enquanto a madeira possui elevada densidade, chegando a $1,19 \text{ g cm}^{-3}$, considerada de altíssima durabilidade no ambiente (Lorenzi, 2008).

Embora seja uma espécie nativa do Brasil, não é endêmica, sendo encontrada no México, Trinidad-Tobago, Colômbia, Venezuela, Equador, Bolívia, Guiana Inglesa, Paraguai e Argentina (Capo *et al.*, 2022; Carvalho, 2003). No Brasil, é comumente encontrada em solos secos e rochosos, podendo ocorrer em agrupamentos densos, tanto nas formações de vegetação mais aberta da Caatinga e do Cerrado quanto em florestas mais fechadas (Lorenzi, 2008). Sua ocorrência é frequente em matas secas decíduas, semidecíduas, mesofíticas e florestas pluviais, geralmente em áreas cujo solo tem origem em rochas calcárias (Capo *et al.*, 2022; Carvalho, 2003; Lorenzi, 2008).

Myracrodruon urundeuva é conhecida pelos nomes populares de aroeira, aroeira-verdadeira, aroeira-do-sertão, arendeúva, arendiuva, arindeúva, aroeira-legítima, aruíva, aroeira-do-cerrado, pandeiro, aroeira-d'água, urunday, aroeira-da-serra, aroeira-de-mato-grosso, aroeira-do-campo, árvore-da-arara, chibatan, gibão, gibatão, guaritá, orindeúva, orindiuva, ubatan, ubatani e urindeúva (Carvalho, 2003; Salomão *et al.*, 2016).

O uso da *M. urundeuva* no meio rural é muito comum, acarretando ampla exploração da espécie, principalmente pela madeira de durabilidade elevada e com alta resistência; trata-se de uma matéria-prima usada de diferentes modos, não só no meio rural, como também no meio urbano, mais especificamente, na fabricação de estacas, postes, vigas, taboas, palanques, linhas, caibros e ripas com características de alta densidade e resistência mecânica (Lima *et al.*, 2017; Capo *et al.*, 2022).

A espécie também é utilizada na produção de fármacos dada à presença de taninos com propriedades anti-inflamatórias, adstringentes, antialérgicas e cicatrizantes (Viana *et al.*, 1995) nos últimos anos a espécie ganhou importância comercial dada sua floração e potencial de produção de mel de qualidade e com alto valor comercial. A exploração comercial de *M. urundeuva* tem sido feita de forma predatória o que levou a espécie a ser declarada como ameaçada de extinção pelo Ministério do Meio Ambiente, conforme Instrução Normativa MMA nº 6, de 23 de setembro de 2008 (Brasil, 2008).

Dada a sua importância, *M. urundeuva* tem sido estudada e recomendada para implantação em recuperação de áreas degradadas ou perturbadas, ainda que um dos principais problemas encontrados no estabelecimento de mudas da espécie nativa seja seu crescimento lento (Lima *et al.*, 2017). Esse fato representa um ponto negativo para a fixação das mudas e formação de áreas de plantio da espécie.

A produção de mudas de *M. urundeuva* é feita por meio do plantio de sementes, cuja a colheita ocorre entre os meses de setembro a novembro. A germinação deve ser feita em ambientes com temperaturas entre 20 - 30°C e podem ser plantadas diretamente em sacos para mudas ou em bandejas com substrato de solo mais areia ou em substratos comerciais (Salomão *et al.*, 2016). Na literatura, são escassas as informações de pesquisa sobre o estabelecimento de *M. urundeuva* em áreas de restauração ou em povoamentos comerciais, sobretudo sobre seu comportamento adaptativo, crescimento e relação da convivência com outras espécies de plantas em áreas antropizadas.

3.1.2 *Caryocar brasiliense* Cambess

Caryocar brasiliense é uma espécie arbórea da família *Caryocaraceae*, característica do Cerrado. As árvores dessa espécie atingem entre 6 a 10 m de altura, com tronco tortuoso de 0,3 a 0,4 m de diâmetro, coberto por casca com ritidoma

suberoso. As folhas são compostas, trifoliadas, com folíolos oval-elípticos a largamente elípticos velutinos, de face adaxial com nervuras e secundárias, e face abaxial com pilosidade concentrada. A espécie possui inflorescências em racemos terminais, com flores amareladas, enquanto seus frutos são apreciados pela fauna e apropriados em diversos usos pelo homem, sendo classificados como drupas subglobosas, com sementes muricadas ou espinescentes. Sua madeira é moderadamente pesada, resistente e de boa durabilidade natural (Lorenzi, 2008).

Caryocar brasiliense é conhecido popularmente por pequi, piqui, piquiá-bravo, pequiá, piqui-do-cerrado, jiquiá, piquirana, pequiá-pedra, suari, pequirim, pequiá, amêndoa-de-espinho e grão-de-cavalo (Carvalho, 2003; Lorenzi, 2008). Destaca-se a palavra pequi, cuja origem decorre do tupi “pyqui”, que significa casca espinhosa (py = casca e qui = espinho), em razão do grande número de pequenos espinhos presentes no endocarpo do fruto (Carvalho, 2003).

Segundo Lorenzi (2008), *C. brasiliense* é nativo no Cerradão distrófico e mesotrófico, Cerrado denso, Cerrado *Stricto Sensu* e Cerrado ralo, com ocorrências em locais de boa luminosidade e solos de baixa fertilidade, clima subtropical ou tipicamente tropical, estação bem definida, curtos períodos de chuvas e longo período de seca. A espécie é encontrada no Cerrado de Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Distrito Federal, São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

O fruto é usado em diversos pratos típicos da culinária tradicional e na extração de óleos realizada pelas populações tradicionais do Brasil Central, responsáveis pelo uso e comercialização do excedente, que se constitui como importante fonte de renda familiar (Lorenzi, 2008; Guedes *et al.*, 2017; Pinto *et al.*, 2016). O que faz com que *C. brasiliense* seja considerado a espécie frutífera do Cerrado brasileiro com a maior exploração de frutos (Girollo, Scariot; 2015).

A reprodução, por sua vez, ocorre por propagação seminífera, e os frutos são colhidos entre os meses de novembro a fevereiro; as sementes apresentam baixa e lenta taxa de germinação em virtude da presença de dormência (Sousa *et al.*, 2017). Assim como ocorre com outras espécies arbóreas nativas, o lento crescimento inicial e a baixa germinação são características que representam um problema enfrentado por *C. brasiliense* em sua implantação no campo (Dombroski *et al.*, 2010).

Em Minas Gerais as árvores de *C. brasiliense* são protegidas, sendo seu corte proibido conforme a lei 20.308, de 27 de julho de 2012 (Minas Gerais, 1992). Em virtude de sua proteção é comum encontrar árvores isoladas, em média e baixa

densidade, em áreas de pastagens e de cultivos agrícolas. A lei 20.308 também traz a possibilidade de supressão de *C. brasiliense* em situações de interesse social e econômico, com a necessidade do plantio, de cinco a dez mudas, por indivíduos de árvore a ser suprimida (Minas Gerais, 1992).

Apesar da importância da espécie e de sua proteção por lei, os estudos sobre a sobrevivência do *C. brasiliense* e seu crescimento inicial no campo são escassos, não sendo conhecidas as interações com plantas daninhas e forrageiras em áreas de pastagens, como *Urochloa brizantha*.

3.1.3 *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster

Urochloa brizantha é uma gramínea com origem em regiões tropicais e subtropicais do continente africano, tendo como sinonímia *Brachiaria brizantha*. O gênero *Urochloa*, por sua vez, possui cerca de cem espécies, pertencente à família Poaceae; dentre essas espécies, a *U. brizantha* é difundida mundialmente, dado o seu uso como planta forrageira. *Urochloa brizantha* apresenta crescimento cespitoso, podendo chegar a 2,5 metros de altura em livre crescimento, com indivíduos robustos e intenso perfilhamento, além de rizomas curtos, colmos eretos e inflorescência racemosa; já as folhas possuem bainhas pilosas, com lâminas foliares com bordos cortantes e esparsamente pubescentes (Valle *et al.*, 2010).

No Brasil, *U. brizantha* é considerada a principal espécie forrageira em área cultivada. O país é o maior produtor, consumidor e exportador de sementes de plantas forrageiras, além de contar com cerca de 115 milhões de hectares de pastagens cultivadas, das quais aproximadamente 51 milhões de hectares encontram-se estabelecidas com *U. brizantha* cv. Marandu (Kist *et al.*, 2019), uma das principais cultivares comerciais da espécie.

Em se tratando de adaptação edafoclimática, possui tolerância a solos de baixa a média fertilidade, ao frio e à seca, além de sistema radicular profundo que permite uma melhor exploração da água durante os períodos de seca (Dias- Filho, 2017). A espécie também é considerada de boa aceitação pelos ruminantes, tolerante ao pisoteio e de alta produtividade, com cerca de 20 t ha⁻¹ ano⁻¹ (Valle *et al.*, 2010); entretanto, sua produção pode ser afetada por fatores como tipo de solo, adubação, espaçamento, densidade de plantio, manejo da pastagem e condições climáticas.

Por possuir sistema radicular vigoroso, apresenta boa capacidade de absorção de nutrientes em camadas mais profundas do solo, desenvolvendo-se em condições ambientais cuja maioria das culturas produtoras de grãos e espécies utilizadas para cobertura do solo, não se desenvolveriam (Silva *et al.*, 2019).

Os indivíduos de *U. brizantha* são considerados plantas daninhas em áreas agrícolas, no florestamento e reflorestamento. Em plantios comerciais de espécies florestais está entre as seis espécies vegetais de maior risco fitossanitário (MAPA, 2018). A espécie também é citada como invasora de áreas naturais em diferentes biomas (Mano; Lopes; Piedade, 2023; Dairel; Fidelis, 2020).

As mesmas características que tornam *U. brizantha* uma forrageira de fácil adaptação nas diferentes condições edafoclimáticas, grande acúmulo de biomassa, boa exploração do sistema radicular e produção de perfilhos, além da elevada produção de sementes (Valle *et al.*, 2010; Dairel; Fidelis, 2020), configuram-a como uma planta daninha problema. Esse fato dificulta a implantação de mudas arbóreas de espécies nativas em áreas anteriormente usadas com pastagem da espécie ou mesmo onde *U. brizantha* ocorre como invasora de áreas naturais.

3.2 Plantas daninhas e o plantio de espécies arbóreas nativas

O plantio de mudas de árvores nativas no Brasil pode ocorrer para fins de recuperação ou restauração de áreas florestais, assim como em cultivos com finalidades comerciais de espécies de interesse, a exemplo de *C. brasiliense* e *M. urundeuva*. Nas duas situações, o crescimento inicial lento das mudas dessas espécies arbóreas exige a necessidade de intervenção humana para evitar a interferência das plantas daninhas no estabelecimento das árvores.

No caso da restauração florestal, o Brasil tinha a necessidade de recompor pelo menos 21 milhões de hectares de vegetação nativa, por meio de ações mitigadoras, para atender ao novo Código Florestal brasileiro (Brasil, 2012). Concomitantemente, o país se comprometeu a restaurar 12 milhões de hectares de florestas, até 2030, para diferentes fins, além de adicionar 5 milhões de hectares em áreas de sistemas agrícolas integrados, combinando lavoura, pecuária e florestas (Brasil, 2017).

O plantio de espécies arbóreas nativas brasileiras tem elevado potencial para geração de emprego e renda, atendendo a um mercado consumidor de produtos de

origem florestal como fibras, alimentos, madeira, geração de energia e serviços ambientais, a exemplo da remoção de carbono da atmosfera (Santana *et al.*, 2020). Apesar dos inúmeros benefícios da restauração florestal com espécies nativas, as informações sobre os cuidados com as mudas, no campo, ainda são carentes, sobretudo quanto aos aspectos biológicos de convivência das mudas arbóreas com plantas daninhas. Segundo Faria *et al.* (2018) para o sucesso da atividade em projetos de recuperação florestal deve ser previsto o conhecimento e as práticas de manejo de plantas daninhas na fase inicial de crescimento das mudas implantadas no campo.

Na literatura a maioria dos estudos sobre matocompetição em espécies arbóreas aborda os prejuízos causados pela convivência de plantas daninhas com a cultura do eucalipto (MACIEL *et al.*, 2022; MEDEIROS *et al.*, 2016;) e pinus (KRAPFL *et al.*, 2016; PELLENS *et al.*, 2018). Holl (1998) e Holdo e Brocato (2015) estudaram em seus trabalhos aspectos da competição de plantas daninhas com espécies arbóreas nativas..

Holl (1998) em estudo com a espécie arbórea *Calophyllum brasiliense* (Camb.), nativa do Brasil, em competição com gramíneas exóticas e arbustos nativos, encontrou redução no processo de sucessão florestal em pastagens abandonadas, em função da interferência das espécies de colonização precoce no crescimento e desenvolvimento das árvores.

Já a pesquisa de Holdo e Brocato (2015) demonstra que a competição de espécies gramíneas exóticas da África com árvores nativas podem influenciar o crescimento das árvores quando o recurso da água é escasso, configurando-se em uma competição dependente da espécie arbórea e da profundidade e exploração do solo pelo sistema radicular.

3.2.1 Competição de plantas daninhas com espécies florestais

Em sistemas naturais e agroecossistemas, a convivência de plantas da mesma espécie ou de *táxon* diferente no mesmo ambiente expõe os indivíduos a interações positivas, negativas ou neutras (Park; Benjamin; Watkinson, 2003). Segundo Ramos e Pitelli (1994) o conjunto de pressões ambientais negativas sobre uma determinada planta de interesse, em decorrência da presença das plantas daninhas, é definido por interferência. Pitelli (1985) atribui o termo interferência a soma dos processos relacionados à alelopatia, competição e efeitos indiretos de uma planta ou

comunidade sobre um indivíduo. A competição por plantas daninhas resulta da interação biológica negativa entre dois ou mais indivíduos quando os recursos são limitados ou sua qualidade interfere na biodisponibilidade. As plantas mais beneficiadas são aquelas que utilizam desse recurso mais rapidamente ou são capazes de continuar a crescer mesmo com baixos níveis de luz, água e nutrientes (Silva; Silva, 2007).

As plantas com elevada velocidade de emergência e crescimento inicial rápido também são beneficiadas nesse processo, uma vez que a transformação dos recursos de crescimento em biomassa da parte aérea e da raiz, geralmente, leva à vantagens na obtenção e utilização desses recursos (Gustafson; Gibson; Nickrent, 2004).

Em plantios florestais, a interferência de plantas daninhas é mais severa nos primeiros meses, em função do crescimento lento das árvores nas fases iniciais que ocorrem no campo (Toledo *et al.*, 2000, 2003). Segundo Santana *et al.* (2020), a ocorrência de plantas daninhas em área de reflorestamento pode ocasionar prejuízos significativos, reduzindo a eficiência no aproveitamento dos recursos de crescimento pelas espécies arbóreas, principalmente na fase inicial pós-plantio.

Cabe ressaltar que a competição entre plantas engloba situações em que os recursos água, luz e nutrientes são escassos no ambiente. A habilidade competitiva, por sua vez, pode ser atribuída às características da espécie ou de sua comunidade, com destaque para a densidade populacional que geralmente é elevada para plantas infestantes (Carvalho, 2008). Fatores como a densidade e a composição da comunidade infestante estão diretamente ligados à intensidade da competição (Garau *et al.*, 2009). A partir da densidade de 22 plantas/m², por exemplo, populações de *U. brizantha* cv. Marandu interferem negativamente no crescimento de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (Colmanetti *et al.*, 2019).

Urochloa brizantha, largamente introduzido como forrageira para alimentação animal em todo o território brasileiro, possui um alto potencial de invasão (Medeiros *et al.*, 2016). Por sua vez, as áreas destinadas à restauração florestal no Brasil são compostas, grande maioria, por pastagens abandonadas ou mal manejadas, onde a competição com as gramíneas é determinante para a sobrevivência e o crescimento das mudas de espécies arbóreas nativas plantada nesses locais, assim como para a regeneração natural.

Nas áreas comerciais de eucaliptos, consideradas as maiores extensões de terras utilizadas para florestamento no país, também ocorre infestação de gramíneas

forageiras, sendo a *U. brizantha* uma das principais espécies competidoras encontradas (Maciel *et al.*, 2022).

A necessidade de recuperação de áreas florestais em glebas anteriormente cultivadas com pastagens e a expansão das florestas plantadas sobre áreas destinadas à pecuária levaram as forrageiras do gênero *Urochloa*, especialmente *U. decumbens* e *U. brizantha*, a se tornarem importantes espécies infestantes em áreas florestais (Toledo *et al.*, 2000, 2003; Medeiros *et al.*, 2016).

Segundo Rabelo *et al.* (2023) plantas de *U. brizantha* reduzem a sobrevivência das mudas de árvores nativas do cerrado, quando mantidas em convivência. Essas plantas exóticas apresentam eficiente resposta em áreas com baixa e limitada quantidade de recursos, situação comum no cerrado brasileiro (Caramaschi; Barbosa, 2016). Plantas daninhas competindo por esses recursos podem prejudicar o crescimento inicial e o desenvolvimento de mudas de espécies arbóreas, causando redução significativa na eficiência de absorção, transporte e acúmulo de nutrientes essenciais (Maciel *et al.*, 2022).

REFERÊNCIAS

BRASIL. Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. Reconhecer como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes do anexo I a esta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 185, p. 75-83, 24 set. 2008. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/IN0006-230908.PDF>. Acesso em: 08 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...]. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano CXLIX, n. 102, p. 1, 28 de maio de 2012. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=28/05/2012&totalArquivos=168>. Acesso em: 08 jun. 2023.

BRASIL. **Planaveg**: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Educação). Brasília, DF: MMA, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas/conservacao-1/politica-nacional-de-recuperacao-da-vegetacao-nativa/planaveg_plano_nacional_recuperacao_vegetacao_nativa.pdf. Acesso em: 09 jul. 2023.

CAPO L, F, M.; MORAES, M, L, T.; ZULIAN, D, F.; WREGGE, M, S.; PORTELA, R, M.; CAMBUIM, J.; SILVA, A, M.; SOARES, M, T, A, S.; SOUSA, V, A.; AGUIAR; A, V.

Natural distribution of *Myracrodruon urundeuva* FR. ALL. In Brazil at current and future climate scenarios due to global climate change. **Revista Árvore**, v. 46 p. 1 – 11. 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-908820220000009>

CARAMASCHI, G.M.C.L., BARBOSA, E.R.M.; The superior re-sprouting performance of exotic grass species under different environmental conditions: the study case of *Paspalum atratum* (Swallen) and *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich. - Stapf.). *Fisiologia Vegetal*. v. 28, p. 273–285 2016. <https://doi.org/10.1007/s40626-016-0058-6>

CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, v, 3, p. 429 – 437. 2008.

CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Competition of *Amaranthus* species with dry bean plants. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 3, p.239-245, 2008.

CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Competition of *Amaranthus* species with dry bean plants. **Scientia Agricola.**, Piracicaba, v. 65, n. 3, p. 239-245, 2008. DOI. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162008000300003>

COLMANETTI, M. A. A. *et al.* Effect of increasing densities of *Urochloa brizantha* cv. Marandu on *Eucalyptus urograndis* initial development in silvopastoral system. **Journal of Forestry Research**, v. 30, n. 2, p. 537-543, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11676-018-0635-4>.

DAIREL, M.; FIDELIS, A. The presence of invasive grasses affects the soil seed bank composition and dynamics of both invaded and non-invaded areas of open savanas. **Journal of Environmental Management**. v. 276, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111291>

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: o que é e como evitar. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1070416/degradacao-de-pastagens-o-que-e-e-como-evitar>. Acesso em: 04 ago 2023.

DOMBROSKI, J.L.D.; PAIVA, R.; ALVES, J.M.C.; SANTOS, B.R.; NOGUEIRA, R.C.; DE OLIVEIRA PAIVA, P.D.; BARBOSA, S. Métodos para a superação da dormência fisiológica de *Caryocar brasiliense* Camb. **Cerne**. v.16, p.131–135. 2010.

DURIGAN, G.; MELO, A.C.G.; MAX, J.C.M.; VILAS BÔAS, O.; CONTIERI, W.A. Manual para recuperação da vegetação de cerrado. 3 ed. Secretário de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2011. 8 p.

FARIA, J.T.; GONÇALVES, E.O.; DELARMELENA, W. M; de ASSUMPÇÃO, C. M.; CALDEIRA, M. W. Influência da mato-competição de capim-braquiária no crescimento inicial de espécies florestais em plantio misto. **Revista De Ciências Agro-Ambientais**, v. 16 n. 1, p. 62–71. 2018. <https://doi.org/10.5327/rcaa.v16i1.1449>

FERREIRA, R.M.; LINO, E.N.S. Expansão agrícola no cerrado: o desenvolvimento do agronegócio no estado de Goiás entre 2000 a 2019. **Caminhos da Geografia**, v. 22, n. 79, p. 01-17, 2021.

GARAU, A. M.; GHERSA, C.M.; LEMCOFF, J.H; BARAÑO, J.J.2009. Weeds in *Eucalyptus globulus* subsp. maidenii (F.Muell) establishment: effects of competition on sapling growth and survivorship. **New Forests**, v. 37, n. 3, p. 251–264, 2009.

GIROLDO, A.B.; SCARIOT, A. Land use and management affects the demography and conservation of an intensively harvested Cerrado fruit tree species. **Biological Conservation**, v. 191, p. 150–158. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.06.020>

GUEDES, A. M.M.; ANTONIASSI, R.; GALDEANO, M. C.; GRIMALDI, R.; CARVALHO, M. G.; WILHELM, A. E.; MARANGONI, A. G. Length-scale Specific Crystalline Structural Changes Induced by Molecular Randomization of Pequi Oil. **Journal of Oleo Science**, v. 66, p. 469-478, 2017. <https://doi.org/10.1051/ocl/2017040>

GUSTAFSON, D. J.; GIBSON, D. J.; NICKRENT, D. L. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Functional Ecology**. v. 18, n.3, p. 451-457, 2004.

HOLDO, R.M. BROCATO, E.R. Tree-grass competition varies among selected savanna tree species: a potential role for rooting depth. **Forest Ecology and Management Plant Ecology**, v. 216, p. 577–588 2015. <https://doi.org/10.1007/s11258-015-0460-1>

HOLL, K.D. Effects of above- and below-ground competition of shrubs and grass on *Calophyllum brasiliense* (Camb.) Seedling growth in abandoned tropical pasture. **Forest Ecology and Management**, v. 109, Edições 1–3, p. 187-195. 1998.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos. Portaria 83, de 26 de setembro de 1991. Proíbe o corte e exploração da Aroeira Legítima ou Aroeira do Sertão, das Baraúnas, do Gonçalo Alves em floresta primária. Brasília: IBAMA, 1991. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=94831> . Acesso em: 22 dez. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. PPM – Pesquisa da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 22 set. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=17941>. Acesso em: 03 set. 2023.

KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; BELLING, R. R. Anuário brasileiro de sementes 2019. Santa Cruz do Sul: **Editores Gazeta**, Santa Cruz, 2019. 72 p

KRAPFL, K.J.; HATTENB, J. A.; ROBERTS, S.D.; BALDWIN, S.B.; ROUSSEAU, R.J.; SHANKLE, M. W. Capacity of biochar application and nitrogen fertilization to mitigate grass competition upon tree seedlings during stand regeneration **Forest Ecology and Management**, v.376, p. 298-309, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.06.030>.

LEITE, M. E.; LEITE, M. R. R.; BORGES, M. G.; RODRIGUES, H. L. A. Mapeamento das fitofisionomias do Cerrado no Norte de Minas Gerais. **Revista de Geografia**, Juiz de Fora, v. 8, n. 1, p. 85-98, 2018.

LIMA, L.K.S.; MOURA, M.C.F.; SANTOS.C.C.; NASCIMENTO K. P. C.; DUTRA, A. S- Produção de mudas de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Ciência Florestal**, Viçosa, v. 64, n.1, p. 001-011, 2017. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201764010001>

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil-Vol.1 5^o Edição, 2008, 92 p.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil-Vol.1 5^o Edição, 2008, 24 p.

MACIEL, J.C.; DUQUE, T. S; FERREIRA, E. A; ZANUNCIO, J. C; PLATA, R., A; SILVA, V. P; SILVA, D. V; FERNANDES, B. C. C; BARROS, J. A. P; DOS SANTOS, J.B. Growth, Nutrient Accumulation, and Nutritional Efficiency of a Clonal Eucalyptus Hybrid in Competition with Grasses. **Forests**, v. 13, p. 1157, 2022. <https://doi.org/10.3390/f13081157>

MANO, G.B.; LOPES, A.; PIEDADE, M.T.F. Will climate change favor exotic grasses over native ecosystem engineer species in the Amazon Basin. **Ecological Informatics**. v. 75, p. 102-102, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2023.102102>

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 112, de 8 de outubro de 2018. Ficam estabelecidas, na forma do quadro em Anexo, as pragas de importância econômica de maior risco fitossanitário para as culturas agrícolas nacionais [...]. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ed. 198, p. 4, 15 out. 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/45174395/do1-2018-10-15-portaria-n-112-de-8-de-outubro-de-2018-45174182. Acesso em: 04 set. 2023.

MEDEIROS, W. N.; MELO, C. A. D.; TIBURCIO, R. A. S.; Silva, G. S.; MACHADO, A. F. L.; Santos, L. D. T.; Ferreira, F. A. Initial growth and nutrient concentration in *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* clones under weed interference. **Ciência Florestal**. v. 26, n. 1, p. 147-57, 2016. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821099>

MINAS GERAIS (Estado). Lei n° 20.308, de 27 de julho de 2012. Altera a Lei n° 10.883, de 2 de outubro de 1992, que declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no Estado de Minas Gerais, o pequiheiro (*Caryocar brasiliense*) [...]. **Diário do Executivo**, Belo Horizonte, p. 1, col. 2, 28 jul. 2012. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/LEI/20308/2012/>. Acesso em: 20 jun. 2022.

PARK, E.S.; BENJAMIN, R.L.; WATKINSON, A.R. The Theory and Application of Plant Competition Models: an Agronomic. **Annals of Botany**, v. 92, p. 741 -748, 2003.

PELLENS, G.C.; LESSA, P.R.; SCHORN, L.A.; FENILLI, TA.B. Influence of weed competition in young stands of *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 495-504 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509832030>

PERES, M. K.; SANTOS, D. S.; BONESSO, A. S.; OGATA, R. S.; SOUZA, R. M.; OLIVEIRA, M. C.; DURIGAN, G.; SILVA JUNIOR, M. C.; MUNHOZ, C. B. R.; VALLS, J. F. M; NEHME, L; BIANCHETTI, L. B; BRINGEL JR., J. B. A; WALTER, B. M. T. 2018. Espécies vegetais nativas recomendadas para recomposição ambiental no bioma Cerrado. **Documentos. Embrapa Cerrados**, v. 348, p. 1-49, 2018.

PINTO, L.C.L.; MORAIS, L.M.O; GUIMARÃES, A.Q.; ALMADA, E.D.; BARBOSA, P.M.; DRUMOND, M.A. Traditional knowledge and uses of the *Caryocar brasiliense* Cambess. (Pequi) by “quilombolas” of Minas Gerais, Brazil: subsidies for sustainable management. **Brazilian Journal of Biology**. v. 76, p. 511–519, 2016. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.22914>

PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. Informe Agropecuário, v.11, n. 29, p. 16-27, 1985.

RABELO, B.S.; LANGEVELDE, F.V.; TOMLINSON, K.; DINIZ, P.; SILVA D.A.; BARBOSA E. R. M.; - BORGHETTI, F. E. R. M. Effects of native and invasive grasses on the survival and growth of tree seedlings in a neotropical savanna. **Biological Invasions**. v. 25, p.2697–2711 2023. <https://doi.org/10.1007/s10530-023-03068-6>

RAMOS, L.R.M.; PITELLI, R. A. Efeitos de diferentes períodos de controle da comunidade infestante sobre a produtividade da cultura do milho. Pesquisa **Agropecuária Brasileira**, v. 29, p.1523-1531, 1994.

SALOMÃO, A. N.; VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. *Myracrodruon urundeuva*. In: Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro - Região Centro-Oeste. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 5, p. 835-843, 2016.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa – MG, Ed. UFV, p. 367. 2007.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Ed. UFV, 2007. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/841110/1/SP15389.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2024.

SILVA, J. G. D.; DA LUZ, J.; M. R; MACHADO, S.; DA SILVA, J. Fertirrigação no cultivo de capim e a diversidade microbiana do solo do Cerrado antes e após a produção de biomassa vegetal. **Singular Engenharia, Tecnologia e Gestão**, v. 1, n. 2, p. 21-26, 2019. DOI: 10.33911/singular-etg.v1i2.61

SOUZA, A.M.S.; LOPES, P.S.N.; RIBEIRO, L.M.; ANDRADE, M.S.; MERCADANTE-SIMÕES, M.O. Structural aspects of germination control in pyrenes of *Caryocar*. **Trees**, v. 31, p. 1–16, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00468-016-1514-2>

TOLEDO, R. E. B.; VICTORIA FILHO, R.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A.; LOPES, M. A. F. Faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de plantas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, v. 64, p.78-92, 2003.

TOLEDO, R. E. B.; VICTORIA FILHO, R.; PITELLI, R.A; ALVES, P.L.C.A; LOPES, M.A.F. Effects of weed control periods on initial growth and development of eucalypt. **Planta Daninha**, v.18, p.395-404, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582000000300002>

VALLE, C. B.; MACEDO M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK. L. RESENDE. L. M. S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). Plantas Forrageiras. Viçosa, MG: UFV, p.30-77. 2010.

VIANA, G. S. B.; MATOS, F. J. A.; BANDEIRA, M. A. M.; RAO, V. S. N. Aroeira-do-sertão: estudo botânico, farmacognóstico, químico e farmacológico. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1995. 164 p.

4 ARTIGOS

4.1 Efeito da densidade de *Urochloa brizantha* na competição com *Myracrodruon urundeuva*

Este artigo foi elaborado conforme as normas da revista *International Journal of Forestry Research*.

Efeito da densidade de *Urochloa brizantha* na competição com *Myracrodruon urundeuva*

Resumo: A introdução de mudas de *Myracrodruon urundeuva* no campo, tanto em áreas de recuperação florestal quanto em cultivos consorciados tem como desafio a competição com as plantas daninhas, principalmente com gramíneas usadas como forrageiras. Assim, o objetivo com este trabalho consiste em avaliar os efeitos da densidade de *Urochloa brizantha* sobre o crescimento inicial, a resposta fisiológica e a utilização de macronutrientes em mudas de *M. urundeuva*. O experimento foi instalado em blocos casualizados, com 6 repetições, sendo cada vaso considerada uma unidade experimental.. A competição entre o *U. brizantha* e as mudas de *M. urundeuva* ocasionou menor eficiência instantânea do uso da água e taxa fotossintética, com redução de cerca 35% em comparação as plantas mantidas como testemunhas. A competição entre plantas não afetou a transpiração, ganho de diâmetro do caule, massa seca parte aérea e a massa seca raiz da espécie arbórea. A competição com o *U. brizantha*, e suas diferentes densidades de infestação, afeta negativamente as variáveis fisiológicas, os teores e conteúdo de macronutrientes e aumentou a eficiência de absorção de nutrientes pela *M. urundeuva*, porém sem refletir no ganho em massa das mudas. Os danos negativos da competição de *U. brizantha* sobre as mudas de *M. urundeuva* são observados mesmo na menor densidade do competidor.

Palavras-chave: Aroeira; gramíneas; macronutrientes; eficiência de absorção; convivência.

Effect of *Urochloa brizantha* density on competition with *Myracrodruon urundeuva*

Abstract: The introduction of *Myracrodruon urundeuva* seedlings into the field, both in forest recovery areas and in intercropped crops, faces the challenge of competition with weeds, mainly with grasses used as forage. Thus, the objective of this work is to evaluate the effects of *Urochloa brizantha* density on initial growth, physiological response and use of macronutrients in *Myracrodruon urundeuva* seedlings, through an experiment installed in randomized blocks, with six replications, in that each pot was considered as an experimental unit. As treatments, different densities of the competitor *U. brizantha* were considered, being 0 (control), 14, 28, and 42 individuals/m², kept in coexistence with the tree species for 150 days. Competition between *U. brizantha* and *M. urundeuva* seedlings caused lower instant water use efficiency and photosynthetic rate, with around 35% reduction compared to plants kept as controls, and did not affect transpiration, gain stem diameter, dry mass of the aerial part and dry mass of the root of tree species; their different infestation densities negatively affected the physiological variables, levels and content of macronutrients, increasing the efficiency of nutrient absorption by *M. urundeuva*, without reflecting on the mass gain of the seedlings. Finally, the negative damages of *U. brizantha* competition on *M. urundeuva* seedlings were observed even at the lowest competitor density.

Keywords: Aroeira; grasses; macronutrients; absorption efficiency; coexistence.

Introdução

A atividade humana é a principal responsável pelos danos causados ao meio ambiente e à retirada da cobertura vegetal nativa, aumentando a emissão de gases do efeito estufa (OC, 2023). No Brasil, um dos biomas mais afetados quanto à perda desta é o Cerrado, que ocupa uma área correspondente a 22% do território nacional, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022).

Com a implantação do novo Código Florestal brasileiro (Brasil, 2012) projetos de reflorestamento foram impulsionados em diversas regiões do país. Conseqüentemente, áreas que eram ocupadas de maneira inadequada por pastagens e outras culturas estão passando por readequação e repovoamento de espécies arbóreas nativas, incluindo a *Myracrodruon urundeuva* (Allemão).

Trata-se de uma espécie arbórea da família *Anacardiaceae*, nativa do Brasil, mas não endêmica (Capo *et al.*, 2022; Carvalho, 2003), cuja madeira possui altíssima durabilidade no ambiente, sendo muito utilizada no meio rural e urbano em virtude da alta densidade e resistência mecânica (Lorenzi, 2008, Capo *et al.*, 2022). A espécie também é utilizada na produção de fármacos, e sua floração é muito apreciada pela qualidade do mel (Viana *et al.*, 1995; Gardoni *et al.*, 2022; Oliveira; Bendini, 2021; Santos *et al.*, 2018).

Em virtude da importância atribuída a essa espécie e dos usos contemplados pelo homem, *M. urundeuva* tem sido cultivada em projetos de recuperação florestal e em áreas de exploração comercial de seus produtos. Entretanto, assim como observado para outras espécies florestais (Alencar *et al.*, 2021; Maciel *et al.*, 2022; Medeiros *et al.*, 2016), seu estabelecimento e crescimento inicial no campo enfrentam grandes problemas relacionados à competição com gramíneas, principalmente com o *Urochloa brizantha*, forrageira mais utilizada no Brasil (Valle *et al.*, 2010; Kist *et al.*, 2019).

Assim em estudos de competição, a presença da espécie afeta o crescimento e o estabelecimento de *Eucalyptus* spp. (Colmanetti *et al.*, 2019; Medeiros *et al.*, 2016; Maciel *et al.*, 2022), árvores da Savana Africana (Campbell *et al.*, 2017) e do Cerrado brasileiro (Rabelo *et al.*, 2023; Oliveira *et al.*, 2016). Contudo, na literatura, há escassez de trabalhos sobre a convivência de *U. brizantha* com *M. urundeuva*.

A competição entre *U. brizantha* e espécies arbóreas de interesse é abordada na literatura quanto aos aspectos do crescimento (Maciel *et al.*, 2022; Medeiros *et al.*,

2016), sobrevivência (Toledo et al., 2003), fisiologia (Alencar et al., 2021; Santos et al., 2015) e nutrição mineral das árvores (Maciel et al., 2022; Medeiros et al., 2016). A densidade da infestante está diretamente ligada à intensidade da competição (Garau et al., 2009; Colmanetti et al., 2019) e deve ser levada em consideração nos estudos. Adicionalmente, avaliações das variáveis fisiológicas podem ser úteis para entender o comportamento da competição das plantas daninhas de *U. brizantha* sobre *M. urundeuva*.

Assim, o objetivo com o trabalho consiste em avaliar os aspectos competitivos de *U. brizantha*, em diferentes densidades, sobre as respostas fisiológicas, o aproveitamento de macronutrientes e o crescimento inicial de mudas de *M. urundeuva*.

Material e métodos

Local de estudo e material utilizado

O experimento foi conduzido no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), localizado no município de Montes Claros (MG), nas coordenadas 16°40'3.17", de latitude Sul, 43°50'40.97", de longitude Oeste, a 618 metros de altitude. O clima da região é do tipo Aw (tropical de savana), caracterizado por temperaturas anuais elevadas e regime de chuvas marcado por verão chuvoso e inverno seco (Climate Data, 2023). As temperaturas médias e o índice pluviométrico durante o período experimental são apresentados na Figura 1.

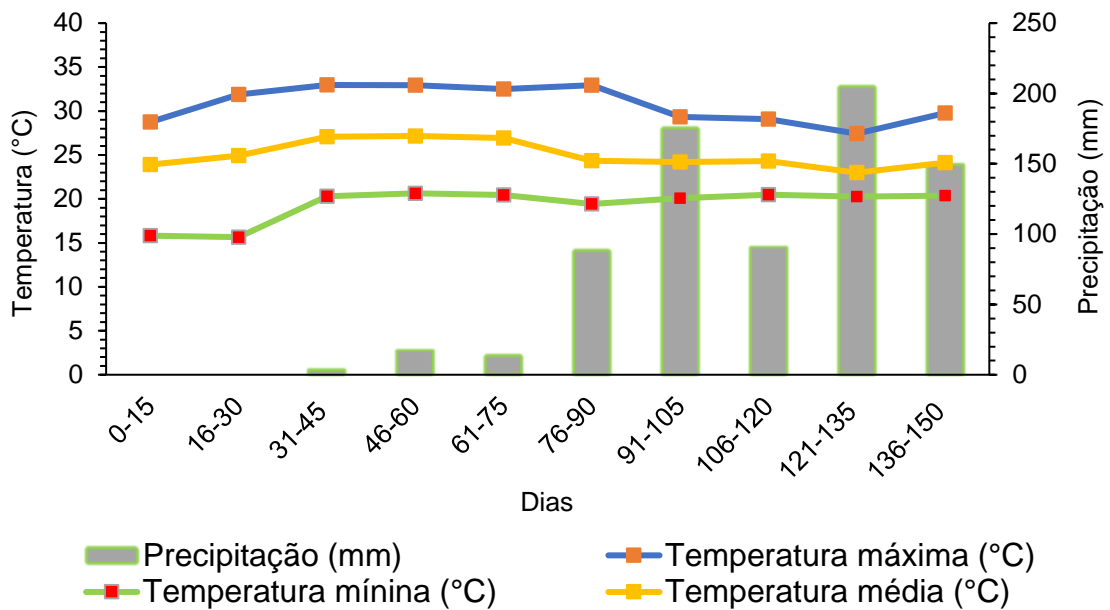


Figura 1 – Médias quinzenais de precipitação e temperatura na área durante a condução do experimento em Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. Dados cedidos pela estação meteorológica do INMET (2023), localizada a cerca de 670 metros da área experimental (autoria própria, 2023).

As plantas foram mantidas em convivência durante 150 dias após o transplântio das mudas, em vasos de 12 litros de capacidade, com as seguintes dimensões: 30 cm de altura, 20 cm de base e 30 cm de boca, preenchidos com solo e areia na proporção 3:1. O solo utilizado no preparo do substrato apresentou as seguintes características: pH (água) = 6,1; matéria orgânica = 2,26 dag kg⁻¹; areia = 63,2 dag kg⁻¹; silte = 12,8 dag kg⁻¹; argila = 24,0 dag Kg⁻¹; P Mehlichl - 8,1 mg dm⁻³; P remanescente -21,6 mg L⁻¹; K – 214,5 mg dm⁻³; Ca – 10,45 cmolc dm⁻³; Mg – 0,87 cmolc dm⁻³; Al – 0,0 cmolc dm⁻³; H + Al -1,27 cmolc dm⁻³; SB – 11,87 cmolc dm⁻³; t – 11,87 cmolc dm⁻³; T – 13,14 cmolc dm⁻³; V – 90,31%. O substrato, por sua vez, foi adubado com superfosfato simples (18% de P₂O₅, 16% de cálcio e 14% de enxofre), conforme a recomendação de adubação para cultivo em vasos (Novais *et al.*, 1991).

As mudas de *M. urundeuva* utilizadas no experimento são de origem seminífera e apresentavam, no momento do transplântio para os vasos, altura média de 30,4 cm e diâmetro do coleto de 3,3 mm. As mudas de *U. brizantha*, por sua vez, foram produzidas em bandejas de isopor, preenchidas com o mesmo substrato utilizado nos vasos, e transplântadas com uma altura média de 5 cm, em início de perfilhamento, com cerca de 3 a 4 folhas.

Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi instalado em blocos casualizados, com seis repetições, em que cada vaso foi considerado como uma parcela experimental. Como tratamento, foram consideradas as diferentes densidades do competidor *U. brizantha*, sendo 0 (testemunha), 14, 28, e 42 indivíduos/m², correspondente a 0, 1, 2 e 3 plantas do competidor/vaso. *Myracrodruon urundeuva* foi plantada no centro do vaso, enquanto as mudas de *U. brizantha* nos tratamentos com competição, a cerca de 10 cm da planta arbórea, conforme Figura 2.

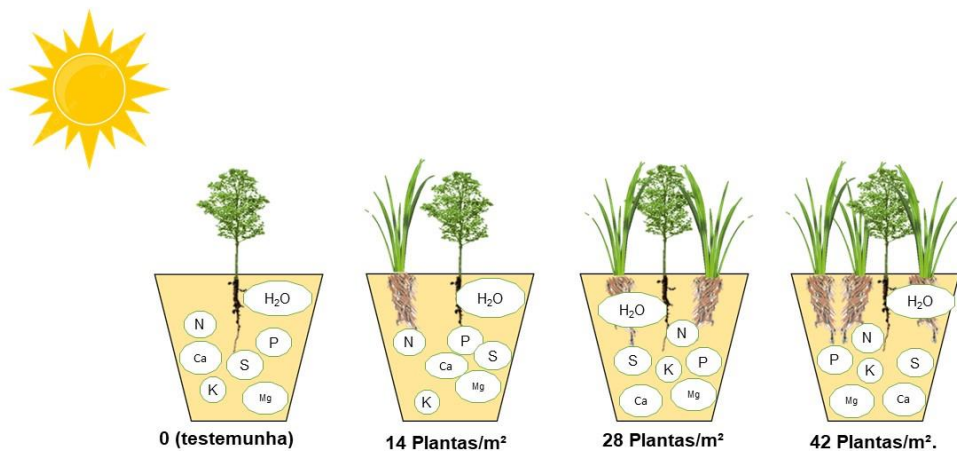


Figura 2 – Esquema das parcelas experimentais com a distribuição das plantas de *Myracrodruon urundeuva* e de *Urochloa brizantha* e suas densidades (autoria própria, 2023).

Após o transplântio para os vasos, as plantas foram mantidas em bancadas a céu aberto por 150 dias. Durante esse período, foram realizadas capinas manuais periódicas para a retirada de outras plantas que germinaram nos vasos. A irrigação foi realizada, diariamente, com o uso de regador, buscando manter a umidade do solo entre 80 a 100% da capacidade de campo.

Variáveis resposta, coleta e análise de dados

No dia do transplântio e aos 150 dias de convivência, foram obtidas a altura (cm) e o diâmetro (mm) do caule das mudas de *M. urundeuva*. Com esses dados, foram calculados o ganho de altura e de diâmetro das mudas da espécie arbórea. A altura foi determinada no caule principal das mudas de *M. urundeuva*, entre a base da

planta e o meristema apical, com auxílio de régua, enquanto o diâmetro das plantas foi determinado com auxílio de paquímetro, a cerca de 1,5 cm do solo.

Passados 150 dias do transplântio, foram determinadas a taxa fotossintética (P_n , $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e a evapotranspiração (E , $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) com auxílio de analisador de gases infravermelho IRGA (modelo LCpro-SD, ADC BioScientific, Hoddesdon, UK), e calculada a eficiência instantânea do uso da água (EUA, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) das folhas de *M. urundeuva*. As avaliações com o IRGA foram realizadas no período da manhã, das 7h30 às 11 horas, sendo avaliado um bloco por vez e fornecida luz artificial acoplada, correspondente a $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. De modo geral, foi avaliado um folíolo totalmente expandido por muda de *M. urundeuva*, presente no terço médio das plantas.

Após a avaliação fisiológica a parte aérea das plantas de *M. urundeuva* foi cortada rente ao solo e, posteriormente, as raízes foram retiradas, separadas por espécie *M. urundeuva* e *U. brizantha* e lavadas para retirada do substrato. O material obtido desse processo, mais especificamente, da parte aérea e do sistema radicular das mudas de árvores, foi acondicionado em sacos de papel e levado à estufa de circulação forçada (Modelo SSDc – 1152L, Solidsteel, Piracicaba, Brasil), a 65°C , durante 72 h, para posterior pesagem e determinação da massa seca.

Após a secagem, as partes aéreas e as raízes de *M. urundeuva* passaram por moagem em moinho de facas (CE-340, CienlaB, Campinas, Brasil), separadamente, com peneira de malha 1 mm (um milímetro). O material seco e moído foi utilizado para determinação de macronutrientes. Para a determinação dos teores de nitrogênio (N) na raiz e parte aérea, pelo *Método de Kjeldahl* (Bataglia *et al.*, 1983), utilizou-se uma alíquota de 0,2 g do material moído e feita à digestão sulfúrica. Para a determinação dos teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), o material moído foi submetido à digestão nítrico-perclórica (Tedesco *et al.*, 1995). Após as digestões, os extratos foram armazenados, para posterior análise do S por espectrofotômetro UV, VIS, (Modelo B462, Micronal, Piracicaba, Brasil), o P e K foram obtidos por espectrofotômetro de chamas (Modelo 1600uv, Nova instruments, Piracicaba, Brasil), enquanto Ca e Mg foram obtidos por colorimetria (Silva, 2009).

A estimativa do conteúdo de nutrientes foi obtida multiplicando-se a massa seca da parte aérea e da raiz das plantas pelo teor do nutriente. Também foi estimado o conteúdo relativo de nutrientes na parte aérea e nas raízes das mudas de *M.*

urundeuva, nos tratamentos sob competição, considerando-se o conteúdo de referência (100%) para as plantas mantidas em monocultivo (Testemunha).

Com os pesos de massa seca e conteúdo de nutrientes na *M. urundeuva* foram determinados a eficiência de utilização da parte aérea (EUNPA, $g^{-2} mg^{-1}$), radicular (EUNR, $g^{-2} mg^{-1}$) e a eficiência de absorção (EA, $g^{-2} mg^{-1}$) de nutrientes (Swiader; Chyan; Freiji, 2008), de acordo com as fórmulas a seguir:

$$EUNPA (g^2 mg^{-1}) = \frac{(Ms \text{ Parte aérea})^2}{(\text{Conteúdo nutriente total})}$$

EUNPA = Eficiência de utilização do nutriente na parte aérea aroeira.

Ms Parte aérea = massa seca da parte aérea da planta aroeira (g).

Conteúdo do nutriente total na planta aroeira (mg).

$$EUNR (g^2 mg^{-1}) = \frac{(Ms \text{ raiz})^2}{(\text{Conteúdo nutriente total})}$$

EUNR = Eficiência de utilização do nutriente na raiz na aroeira.

Ms raiz = massa seca da raiz da planta aroeira (g).

Conteúdo nutriente total = Conteúdo do nutriente total na planta aroeira (mg).

$$EA (mg g^{-1}) = \frac{(\text{Conteúdo nutriente total na planta})}{(MS \text{ Raiz})}$$

EA = Eficiência de absorção na planta de aroeira.

Conteúdo nutriente total = Conteúdo do nutriente total na planta aroeira (mg).

Ms Raiz = massa seca da raiz da planta aroeira (g).

As características fisiológicas, o crescimento e a biomassa de *M. urundeuva* foram submetidos à análise de variância e às médias comparadas por meio do teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade, utilizando-se o pacote ExpDes.pt, com auxílio do software R v. 4.2.3 (R Core Team, 2023). Os dados para teor, conteúdo,

conteúdo relativo, EUN e EA de *M. urundeuva* foram apresentados de forma descritiva, com base na média e no erro padrão da média.

Resultados

A competição de *U. brizantha* com mudas de *M. urundeuva* reduziu a taxa fotossintética e a eficiência instantânea do uso da água de plantas de *M. urundeuva* (Tabela 1). O ganho em altura de plantas de *M. urundeuva* foi maior em relação à convivência com uma planta do competidor, correspondente a 14 plantas/m² de *U. brizantha*. Por outro lado, a transpiração, o ganho de diâmetro do caule, a massa seca da parte aérea e a massa seca da raiz de *M. urundeuva* não apresentaram diferença em relação à densidade da infestante (Tabela 1).

O conteúdo relativo de N, S e Mg foi maior na parte aérea de *M. urundeuva* mantidas em competição com a *U. brizantha*, independente da densidade do competidor, em comparação à testemunha (Tabela 2). Em contrapartida, o conteúdo relativo de P e K foram menores em plantas de *M. urundeuva* mantidas em competição com a *U. brizantha*, nas três condições de densidade do competidor, em comparação com a testemunha (Tabela 2).

Tabela 1 – Taxa fotossintética (P_n - $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-2}$), transpiração (E - $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), eficiência instantânea do uso da água (EUA - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$), ganho em altura (GA – cm), ganho em diâmetro do caule (GDC – mm), massa seca da parte aérea (MSPA – g), e massa seca da raiz (MSR – g) de *Myracrodruon urundeuva* em convivência com *Urochloa brizantha*, sob diferentes densidades, 150 dias após o transplântio

Densidade plantas/m ²	Variáveis Fisiológicas e de crescimento						
	P_n	E^{ns}	EUA	GA	GDC ^{ns}	MSPA ^{ns}	MSR ^{ns}
0	9,10 a	3,33	2,88 a	36,15 ab	4,33	14,26	12,38
14	5,94 b	3,05	2,14 ab	47,38 a	5,83	15,68	21,51
28	4,73 b	2,77	1,76 b	27,36 b	5,50	16,24	13,37
42	5,95 b	2,78	2,23 ab	29,43 ab	5,50	17,76	15,04
CV (%)	21,81	22,91	27,7	32,25	37,33	25,23	18,24

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ns = não significativo pelo teste F (autoria própria, 2023).

O conteúdo relativo dos macronutrientes na parte radicular das plantas de *M. urundeuva*, mantidas em competição com 14 plantas/m² de *U. brizantha*, foram maiores em comparação com a testemunha sem competição, enquanto o conteúdo relativo de Ca sempre se mostrou superior nas plantas de *M. urundeuva* mantidas em competição. Por outro lado, quando a competição foi com 28 e 42 plantas/m² de *U. brizantha*, os conteúdos relativos de N, P, K e Mg na parte radicular das plantas de *M. urundeuva* foram menores em comparação à testemunha (Tabela 2).

As plantas de *M. urundeuva* em cultivo solteiro apresentaram maior teor de N, P, K e S na parte radicular, e de P e K na parte aérea, em comparação às mudas da espécie arbórea mantidas sob competição com *U. brizantha* nas diferentes densidades (Tabela 3). Na parte radicular da *M. urundeuva*, os teores de Ca, para todas as densidades do competidor, e de Mg, quando com 14 plantas/m² da *U. brizantha*, apresentaram maiores valores em relação à testemunha (Tabela 3).

Tabela 2 – Conteúdo relativo (%) dos macronutrientes da parte aérea e radicular da *Myracrodruon urundeuva* em competição com *Urochloa brizantha*, sob diferentes densidades, 150 dias após o transplântio

Densidade (plantas m ⁻²)	N	P	K	Ca	Mg	S
Parte aérea						
0	100	100	100	100	100	100
14	112	71	82	77	113	114
28	117	80	93	85	129	118
42	102	83	96	129	128	128
Parte radicular						
0	100	100	100	100	100	100
14	119	113	135	239	187	171
28	60	75	93	152	66	55
42	74	76	98	183	96	117

Fonte: Autoria própria, 2023.

As plantas de *M. urundeuva* mantidas sem competição apresentaram maior conteúdo de P, K, Mg e S na parte radicular em relação às plantas mantidas em convivência com *U. brizantha* (Tabela 3). Enquanto o conteúdo do P, K, Mg, e S na parte aérea de *M. urundeuva* foi maior nas plantas em competição com *U. brizantha*, principalmente quando da convivência com 28 e 42 plantas/m² do competidor, quando comparadas com a testemunha (Tabela 3).

A eficiência de utilização do P, K, Mg e S na parte aérea e radicular em plantas solteiras de *M. urundeuva* foi menor em comparação às plantas mantidas em competição com *U. brizantha*, exceto para os valores de N nas raízes (Tabela 3). A eficiência de absorção para as plantas de *M. urundeuva* mantidas sem a presença do competidor foi maior para o S em comparação às mudas arbóreas mantidas em competição em todas as densidades de convívio com a *U. brizantha* (Tabela 3). Mudas de *M. urundeuva* apresentaram maiores valores de eficiência de absorção quando em competição com a gramínea infestante, independente da densidade de *U. brizantha*.

Tabela 3 – Teor do conteúdo total de macronutrientes na parte aérea, radicular, e na eficiência de utilização de nutrientes (EUN) na parte radicular (PR), aérea (PA), e na eficiência de absorção (EA) de *Myracrodruon urundeuva* em competição com *Urochloa brizantha*, sob diferentes densidades, 150 dias após o transplântio

Densidade (plantas/m ²)	Teor (g kg ⁻¹)		Conteúdo (mg/planta)		EUN (g ² mg ⁻¹)		EA (mg g ⁻¹)
	PA	RA	PA	RA	PA	RA	
N							
0	4,90 ^{(0,15)*}	6,61 ^(0,10)	84,50 ^(20,81)	77,62 ^(19,98)	1,57 ^(0,44)	2,39 ^(0,74)	8,64 ^(0,90)
14	4,99 ^(0,16)	4,67 ^(0,07)	70,41 ^(13,04)	57,56 ^(5,86)	1,50 ^(0,26)	1,50 ^(0,41)	9,92 ^(1,81)
28	4,04 ^(0,05)	4,04 ^(0,04)	75,36 ^(13,25)	97,05 ^(26,94)	2,21 ^(0,59)	1,35 ^(0,24)	11,60 ^(1,56)
42	4,00 ^(0,02)	4,07 ^(0,17)	70,63 ^(24,42)	65,10 ^(28,28)	1,85 ^(0,38)	1,51 ^(0,56)	9,47 ^(0,25)
P							
0	2,25 ^(0,18)	2,40 ^(0,16)	26,35 ^(6,56)	31,50 ^(2,39)	3,65 ^(0,52)	2,70 ^(0,27)	4,65 ^(0,76)
14	1,56 ^(0,01)	1,63 ^(0,01)	29,69 ^(7,92)	23,65 ^(0,67)	4,75 ^(1,75)	9,53 ^(3,51)	2,68 ^(0,99)
28	1,57 ^(0,02)	1,66 ^(0,02)	29,57 ^(1,92)	28,06 ^(3,98)	4,81 ^(1,68)	3,36 ^(1,44)	4,84 ^(1,77)
42	1,54 ^(0,07)	1,52 ^(0,07)	22,64 ^(5,02)	26,10 ^(12,22)	9,96 ^(5,92)	6,27 ^(3,09)	3,35 ^(1,75)
K							
0	1,83 ^(0,05)	2,00 ^(0,07)	21,66 ^(3,16)	30,49 ^(4,57)	3,90 ^(0,11)	3,00 ^(0,50)	4,29 ^(0,49)
14	1,40 ^(0,02)	1,56 ^(0,02)	19,66 ^(3,39)	22,79 ^(1,12)	6,18 ^(2,65)	11,95 ^(4,36)	2,17 ^(0,53)
28	1,47 ^(0,05)	1,47 ^(0,01)	32,55 ^(1,18)	24,63 ^(2,84)	4,95 ^(1,74)	3,38 ^(1,33)	4,90 ^(1,27)
42	1,50 ^(0,08)	1,62 ^(0,02)	25,09 ^(6,77)	23,16 ^(8,30)	9,97 ^(6,04)	6,32 ^(3,16)	3,35 ^(0,98)
Ca							
0	0,51 ^(0,03)	0,25 ^(0,09)	6,95 ^(1,36)	6,62 ^(2,32)	17,94 ^(1,70)	13,66 ^(2,28)	0,94 ^(0,16)
14	0,46 ^(0,06)	0,47 ^(0,06)	6,73 ^(1,39)	4,65 ^(1,28)	13,76 ^(2,69)	28,33 ^(9,19)	0,84 ^(0,31)
28	0,27 ^(0,05)	0,34 ^(0,04)	5,89 ^(1,52)	6,34 ^(2,62)	26,39 ^(8,61)	17,52 ^(5,68)	0,85 ^(0,24)
42	0,54 ^(0,05)	0,47 ^(0,06)	9,32 ^(3,84)	7,14 ^(3,18)	19,28 ^(3,66)	12,76 ^(3,13)	1,12 ^(0,23)
Mg							
0	0,97 ^(0,06)	0,72 ^(0,02)	12,08 ^(2,56)	13,70 ^(3,15)	7,88 ^(0,08)	6,07 ^(0,99)	2,12 ^(0,23)
14	0,85 ^(0,11)	0,90 ^(0,05)	14,40 ^(1,88)	11,62 ^(2,79)	11,35 ^(6,29)	19,77 ^(6,81)	1,36 ^(0,40)
28	1,15 ^(0,05)	0,52 ^(0,04)	21,55 ^(5,21)	8,69 ^(1,56)	10,32 ^(4,23)	6,81 ^(2,63)	2,67 ^(0,93)
42	0,96 ^(0,08)	0,65 ^(0,02)	15,08 ^(4,11)	9,95 ^(4,74)	17,39 ^(8,42)	11,02 ^(4,14)	1,66 ^(0,48)
S							
0	1,41 ^(0,02)	1,56 ^(0,02)	22,78 ^(6,89)	29,23 ^(5,64)	4,09 ^(0,55)	3,21 ^(0,84)	4,27 ^(0,79)
14	1,49 ^(0,08)	1,53 ^(0,05)	21,08 ^(1,55)	21,25 ^(2,42)	7,04 ^(3,89)	12,53 ^(4,51)	2,27 ^(0,75)
28	1,48 ^(0,05)	1,39 ^(0,08)	26,03 ^(3,43)	17,86 ^(1,25)	6,27 ^(2,09)	4,30 ^(1,65)	3,66 ^(0,76)
42	1,47 ^(0,01)	1,47 ^(0,20)	23,02 ^(5,63)	23,29 ^(8,09)	9,84 ^(5,62)	6,26 ^(2,90)	3,18 ^(0,88)

*Número sobrescrito entre parênteses significa \pm erro padrão da média (autoria própria, 2023).

Discussão

A competição de plantas daninhas com espécies de interesse é influenciada pelo competidor presente (Maciel et al., 2022; Medeiros et al., 2016; Campbell et al., 2017) e pela sua densidade (Bacha et al., 2016; Colmanetti et al., 2019).. No presente estudo, a densidade de *U. brizantha* afetou a fisiologia, o crescimento e o aproveitamento de macronutrientes em mudas de *M. urundeuva*. Entretanto, os efeitos negativos sobre a *M. urundeuva* não foram diretamente proporcionais ao aumento da densidade de *U. brizantha*.

Urochloa brizantha é uma gramínea C4, considerada como planta daninha de difícil controle, causando danos econômicos e ambientais (Lima et al., 2019; Santos et al., 2007; Silva et al., 2016). A espécie ocorre como invasora de áreas de conservação em todo o mundo, tornando-se um problema para o crescimento de espécies nativas de interesse (Freitas et al., 2019). As características de alta produção de perfilho e boa cobertura do solo verificadas em materiais de *U. brizantha* (Santos et al., 2010; Valle et al., 2010) podem ter contribuído para a ausência de relação direta entre a densidade de plantas e o efeito competitivo com *M. urundeuva*. Concomitantemente, o aumento do número de plantas no vaso pode ter proporcionado competição intraespecífica para *U. brizantha*, afetando a interferência da gramínea com *M. urundeuva*.

As plantas de *M. urundeuva* em convívio com a *U. brizantha* apresentaram menores valores para taxa fotossintética e eficiência instantânea do uso da água, em relação às plantas mantidas sem competição. No entanto, a competição com a gramínea não afetou a transpiração foliar de *M. urundeuva*. As variáveis fisiológicas têm sido utilizadas para avaliar as respostas de plantas de interesse a um competidor (Matos et al., 2013; Silva et al., 2000). *Urochloa brizantha*, por sua vez, estava com altura mais elevada em relação à *M. urundeuva* no momento das avaliações fisiológicas, provocando sombreamento nas mudas das árvores. A queda na taxa fotossintética está diretamente relacionada a menor eficiência do uso da água nas plantas, por serem variáveis relacionadas diretamente.

Neste estudo, a queda nas variáveis fisiológicas de *M. urundeuva* em convivência com *U. brizantha* e a presença do sombreamento causado pelo competidor são indicativos da ocorrência de competição por luz. De acordo com Concenço et al. (2008), o sombreamento causa alteração no balanço na faixa do

vermelho e vermelho distante com consecutiva queda na eficiência fotossintética. A competição por luz também pode ser comprovada pelo maior ganho em altura nas mudas de *M. urundeuva* quando da convivência com 14 plantas/m² de *U. brizantha*, em comparação à testemunha, indicando uma resposta morfológica da planta à competição por esse recurso.

O conteúdo relativo de P e K na parte aérea foram menores em plantas de *M. urundeuva* mantidas em competição com a *U. brizantha*, independente da densidade de *U. brizantha* em comparação com a testemunha. Na parte radicular das plantas de *M. urundeuva*, N, P, K e Mg também foram menores quando da competição nas duas maiores densidades de *U. brizantha*. Os resultados em questão indicam a dificuldade da espécie arbórea na absorção desses nutrientes quando em competição com *U. brizantha* e uma habilidade competitiva da gramínea na obtenção desses recursos. A redução do conteúdo relativo de nutrientes em espécies arbóreas em competição com gramíneas é relatada na literatura para o eucalipto (Lafetá *et al.*, 2018; Maciel *et al.*, 2022) e atribuída a maior eficiência das plantas do gênero *Urochloa* em explorar o solo e absorver os macronutrientes, inclusive como consumo de luxo (Amorin *et al.*, 2020; Mazacort; Schwartz, 2010; Riley *et al.*, 2019).

Por outro lado, *M. urundeuva* apresentou maior conteúdo relativo de N, S e Mg na parte aérea quando mantida em competição com *U. brizantha*, independente da densidade do competidor. Na parte radicular das plantas de *M. urundeuva* mantidas em competição com 14 plantas/m² de *U. brizantha*, os conteúdos relativos de todos os macronutrientes também foram maiores em comparação à ausência de competição. O conteúdo relativo de Ca, por sua vez, permaneceu superior nas plantas de *M. urundeuva* mantidas em competição.

O maior conteúdo relativo nas plantas sob competição pode representar uma resposta das plantas de *M. urundeuva* à presença do competidor, porém sem reflexos nos ganhos de biomassa. Tal resposta também pode ser considerada como consumo de luxo por parte da *M. urundeuva*, como estratégia de indivíduos em competição, conforme descrito por Mazacort e Schwartz (2010).

A competição com *U. brizantha* afetou negativamente os teores de N, P, K e S na parte radicular, e de P e K na parte aérea das plantas de *M. urundeuva*, independente da densidade do competidor, enquanto as plantas de *M. urundeuva* mantidas sem competição apresentaram maior conteúdo de P e K na parte aérea.

As diferenças na partição de nutrientes entre a parte aérea e as raízes de *M. urundeuva* mantidas sob competição podem ajudar a explicar o comportamento competitivo da espécie arbórea, tendo em vista que, na literatura, as análises de diagnóstico nutricional de plantas arbóreas sob competição são limitadas às avaliações foliares (Maciel *et al.*, 2022; Matos *et al.*, 2019; Medeiros *et al.*, 2016). No presente estudo as avaliações das raízes foram importantes para identificar a resposta da *M. urundeuva* a competição, por exemplo com maior conteúdo de Ca e, também, para todos os macronutrientes das mudas de *M. urundeuva* em competição com 14 plantas/m² de *U. brizantha*.

As maiores densidades de *U. brizantha*, por sua vez, reduziram os teores, o conteúdo, o conteúdo relativo e a eficiência de absorção, contudo houve um aumento na eficiência da utilização de nutrientes na parte aérea e radicular da *M. urundeuva* em comparação com a ausência de competição, indicando que a planta dessa espécie teve menor disponibilidade de nutrientes no solo, em virtude da presença do competidor. Entretanto, essa eficiência de utilização não está relacionada a maior absorção dos nutrientes, já que a eficiência de absorção de N, P e K da *M. urundeuva* foi maior nas plantas em competição.

As mudas de *M. urundeuva* não apresentaram alteração no ganho de diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, independentemente da densidade de *U. brizantha*. A fase inicial de crescimento de *M. urundeuva* é considerada lenta em relação a outras espécies arbóreas, enquanto em espécies de crescimento mais rápido espera-se maior efeito da competição nas características de acúmulo de massa e de crescimento, conforme observado para o eucalipto sob competição (Maciel *et al.*, 2022; Medeiros *et al.*, 2016).

No presente estudo, as características fisiológicas avaliadas e as variáveis relacionadas ao aproveitamento de nutrientes mostraram-se promissoras nos estudos de competição de *U. brizantha* com espécies arbóreas nativas, dado o lento crescimento inicial da espécie em pauta.

Conclusões

U. brizantha, em diferentes densidades de infestação, afeta negativamente a taxa fotossintética e a eficiência do uso da água, alterando os teores e o conteúdo de

macronutrientes de *M. urundeuva*, sem afetar a massa seca das mudas. Além disso, os efeitos negativos sobre a *M. urundeuva* não são diretamente proporcionais ao aumento da densidade de *U. brizantha*.

As respostas morfofisiológicas das árvores, por sua vez, como o aumento do ganho em altura, a redução da taxa fotossintética, as alterações nutricionais no conteúdo relativo e na eficiência de utilização dos macronutrientes foram importantes para o entendimento dos processos competitivos de *U. brizantha* com *M. urundeuva*.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento dos estudos dedicados a este trabalho.

Referências

ALENCAR, B. T. B.; FERREIRA, E. A.; DUQUE, T. S.; MACIEL, J. C.; SILVA, M. S. C.; SOUZA, J. B.; MENDES, D. S.; CUSTÓDIO, D. K.; CABRAL, C. M.; SAMPAIO, R. A. Efeito da umidade do solo na fisiologia do eucalipto em competição com plantas daninhas. **Research, Society and development**, 10, n. 8, p.1-8, 2021.

DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17256>

AMORIM, S.P.; NASCIMENTO, D.; BOECHAT, C.L.; DUARTE, L.D.S.L.; ROCHA, C.B.; CARLOS, F.S. Grasses and legumes as covers crops affect microbial attributes in oxisol in the Cerrado (Savannah environment) in the northeast region. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 31–42, 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n104rc>

BACHA, A. L.; PEREIRA, F. C. M.; PIRES, R.; NEPOMUCENO, M. P. Interference of seeding and regrowth of signalgrass weed (*Urochloa decumbens*) during the initial development of *Eucalyptus urograndis* (*E. grandis* x *E. urophylla*). **Australian Journal of Crop Science** v. 10, p. 322-330, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.03.p6995>

BRASIL. Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. Reconhecer como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes do anexo I a esta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 185, p. 75-83, 24 set. 2008. Disponível em:

<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/IN0006-230908.PDF>. Acesso em: 08 out. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...]. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano CXLIX, n. 102, p. 1, 28 de maio de 2012. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=28/05/2012&totalArquivos=168>. Acesso em: 08 nov. 2023.

CAMPBELL, T.A. HOLDO, R.M. A resposta competitiva de mudas de árvores de savana às gramíneas C4 está negativamente relacionada à taxa de fotossíntese. **Biotropica** v. 49, p. 774-777, 2017. <https://doi.org/10.1111/btp.12484>

CAPO L, F, M, MORAES, M, L, T; ZULIAN, D, F; WREGGE, M, S; PORTELA, R, M; CAMBUIM, J; SILVA, A, M; SOARES, M, T, A, S; SOUSA, V, A; AGUIAR; A, V. Distribuição natural de *Myracrodruon urundeuva* Fr. Todos. No Brasil em cenários climáticos atuais e futuros devido às mudanças climáticas globais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 46, p. 1-11, 2022. DOI <https://doi.org/10.1590/1806-908820220000009>

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003, v. 1, p. 177-188. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/publicacoes/especies-arboreas-brasileiras>. Acesso em: 09 fev. 2024.

CLIMATE DATA. **Dados climáticos para cidades mundiais**. [S.l.]: CLIMATE DATA, c2023. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/>. Acesso em: 11 fev. 2024.

COLMANETTI, M. A. A.; BACHA, A.L.; ALVES, P.L da C e PAULA, C. Effect of increasing densities of *Urochloa brizantha* cv. Marandu on *Eucalyptus urograndis* initial development in silvopastoral system. **Journal of Forestry Research**, v. 30, n. 2, p. 537-543, 2019. DOI <https://doi.org/10.1007/s11676-018-0635-4>

CONCENÇO, G.; FERREIRA, E.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; GALON, L.; REIS, M.R.; D'ANTONINO, L.; VARGAS, L.; SILVA, L.V.B.D. Fotossíntese de biótipos de azevém sob condição de competição. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 595-600, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000300015>

FERREIRA, E. A.; MATOS, C. C.; BARBOSA, E. A.; MELO, C.A.D.; SILVA, D.N.; SANTOS, J.D. Aspectos fisiológicos de soja transgênica submetida à competição com plantas daninhas. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 58, n. 2, p. 115-121, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.1745>

FREITAS, A. F., MACIEL, J. C., SILVA, M. M., & SANTOS, J. B. *Urochloa brizantha* interference in the *Phaseolus vulgaris* radicular system fertilized with phosphorus. **Planta Daninha**, v. 37, p. 1-11, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-83582019370100055>

GARAU, A. M.; GHERSA, C.M.; LEMCOFF, J.H; BARAÑAO, J.J. Weeds in *Eucalyptus globulus* subsp. maidenii (F.Muell) establishment: effects of competition on sapling

growth and survivorship. **New Forests**, v. 37, n. 3, p. 251-264, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-008-9121-8>

GARDONI, L.C. de P.; SANTANA, R.M.; BRITO, J.C.M.; RAMOS, L.X.; ARAÚJO, L.A.; BASTOS, E.M.A.F.; CALAÇA, P. Content of phenolic compounds in monofloral aroeira honey and in floral nectary tissue. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 57, n. 022802, p. 1-9, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02802>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PPM – Pesquisa da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 22 set. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=17941>. Acesso em: 23 mar. 2020.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Brasília: **INMET**, c2023. Disponível em: <https://usp.br/sddarquivos/arquivos/abnt6023.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2024.

KIST, B. B. *et al.* **Anuário brasileiro de sementes 2019**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-de-sementes-2019/>. Acesso em: 09 fev. 2024.

LAFETÁ, B. O.; SANTANA, R. C.; NOGUEIRA, G. S.; EVES, J. C. L.; PENIDO, T. M. A. Macronutrients use efficiency in eucalypt by non-destructive methods estimated by artificial neural network. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 613-623, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509832049>.

LIMA, S. F., PEREIRA, L. S., SOUSA, G. D. D., OLIVEIRA, G. S. D., & JAKELAITIS, A. Suppression of *Urochloa brizantha* and *U. ruziziensis* by glyphosate underdoses. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 3, p. 581–589, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n302rc>

LORENZI, H. Árvores brasileiras: Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil-Vol.1 5^o Edição P,24, 2008.

MACIEL, J. C; DUQUE, T. S; FERREIRA, E. A; ZANUNCIO, J.C; PLATA-RUEDA, A; SILVA, V. P; SILVA, D. V; FERNANDES, B. C. C; BARROS JÚNIOR, A. P; DOS SANTOS, J. B. Growth, Nutrient Accumulation, and Nutritional Efficiency of a Clonal Eucalyptus Hybrid in Competition with Grasses **Forests**, v. 13, n. 8, p. 1157, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/f13081157>

MATOS, C. C.; FIALHO, C.M.T.; FERREIRA, E.A.; SILVA, D.V.; SILVA, A.A.; SANTOS, J.B.; FRANÇA, A.C.; GALON, L. Physiological characteristics of coffee plants in competition with weeds. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1111-1119, 2013.

MAZANCOURT, C.; SCHWARTZ, M.W. Starve a competitor: Evolution of luxury consumption as a competitive strategy. **Theoretical Ecology**, v. 5, p. 37-49, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12080-010-0094-9>

MEDEIROS, W. N.; MELO, C. A. D.; TIBURCIO, R. A. S.; SILVA, G. S.; MACHADO, A. F. L.; SANTOS, L. D. T.; & FERREIRA, F. A. NITIAL GROWTH AND NUTRIENT CONCENTRATION IN *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* CLONES UNDER WEED INTERFERENC. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 147-157, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821099>.

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. & BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A.J.; GARRIDO, W.E.; ARAÚJO, J.D. & LOURENÇO, S., eds. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília, Embrapa-SEA, 1991. p.189-254

OC – Observatório do Clima. Aquecimento tem impactos mais severos na agricultura familiar. Brasília, DF: **OC**, 08 nov. 2023. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/aquecimento-tem-impactos-mais-severos-na-agricultura-familiar/>. Acesso em: 18 out. 2023.

OLIVEIRA, A.P.P.; PEREIRA, S.R.; CÂNDIDO, A.C.S.; LAURA, V.A.; PERES, M.T.L.P. can allelopathic grasses limit seed germination and seedling growth of mutambo? A test with two species of brachiaria grasses. **Planta Daninha**, v. 34, n. 4, p. 639-648, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340400003>

OLIVEIRA, N. D. J.; BENDINI, J. N. CARACTERIZAÇÃO POLÍNICA E FÍSICO-QUÍMICA DO MEL DA AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva* Allemão-Anacardiaceae), PIAUÍ, BRASIL. **ARCHIVES OF VETERINARY SCIENCE**, v. 26, n. 1, p. 11-24, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5380/avs.v26i1.76400>

R CORE TEAM. R: A language and Environment for Statistical Computing. Viena: **R Foundation for Statistical Computing**, c2023. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 11 fev. 2024.

RABELO, B.S; LANGEVELDE, F.V; TOMLINSON, K; DINIZ, P; SILVA D.A; BARBOSA E. R. M; - BORGHETTI, F. E. R. M. Effects of native and invasive grasses on the survival. **Biological Invasions**, v. 25, p. 2697–2711, 2023. DOI:<https://doi.org/10.1007/s10530-023-03068-6>

RILEY, R.C.; CAVAGNARO, T.R.; BRIEN, C.; SMITH, F.A.; SMITH, S.E.; BERGER, B.; GARNETT, T.; STONOR, R.; SCHILLING, R.K.; CHEN, Z. Resource allocation to growth or luxury consumption drives mycorrhizal responses. **Ecology Letters**, v. 22, n. 11, p. 1757–1766, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/ele.13353>

SANTOS, E. M. S.; SANTOS, H. O.; GONÇALVES, J. R. S. M. Quali-quantitative characterization of the honey from *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae - Aroeira): macroscopic, microscópio, physico-chemical and microbiological parameters. **African Journal of Biotechnology**, v. 17, n. 51, p. 1422-1435, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB2018.16633>

SANTOS, M. E. R., da FONSECA, D. M., BALBINO, E. M., da SILVA, S. P., dos SANTOS MONNERAT, J. P. I., & GOMES, V. Características estruturais de perfilhos vegetativos e reprodutivos em pastos diferidos de capimbraquiária. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 3, p. 492-502, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5216/cab.v11i3.4957>

SANTOS, M. V., FERREIRA, F. A., FREITAS, F. C. L., TUFFI SANTOS, L. D., VIANA, J. M., ROCHA, D. C. C., FIALHO, C. M. T. Controle de *Brachiaria brizantha*, com uso do glyphosate, na formação de pastagem de Tifton 85 (*Cynodon* spp.). **Planta Daninha**, v. 25 n. 1, p. 149-155, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582007000100016>

SANTOS, M. V.; FERREIRA, E.A.; TUFFI SANTOS, L. D.; FONSECA, D. M.; ASPIAZU, I.; SILVA, D. V.; PORTO, J. M. P.; BRAGA, R. R. Physiological aspects of acacia and eucalyptus in competition with *Brachiaria*. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, p. 210-214, 2015.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, p. 120-122.

SILVA, D. V., FREITAS, M. A. M., SOUZA, M. F., QUEIROZ, G. P., MELO, C. A. D., SILVA, A. A., FERREIRA, L. R., REIS, M. R. Glyphosate herbicide use in *Urochloa brizantha* management in intercropping with herbicide-resistant maize. **Planta Daninha**, v. 34, n. 1, p. 133-141, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340100014>

SILVA, W. D.; ERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; FIRMINO, L.E. Taxa transpiratória de mudas de eucalipto em resposta a níveis de água no solo e à convivência com *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 923-928, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000500009>

SWIADER, J. M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F. G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. **Journal of Plant Nutrition**, v. 17, n. 10, p. 1687–1699, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904169409364840>

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais, v. 2, P. 1-88, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

TOLEDO, R. E. B.; VICTORIA FILHO, R.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A.; LOPES, M. A. F. Faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de plantas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 78-92, 2003.

TOLEDO, R. E. B; VICTORIA FILHO, R; PITELLI, R.A; ALVES, P.L.C.A; LOPES, M.A.F. Effects of weed control periods on initial growth and development of eucalypt. **Planta Daninha**, v.18, p.395-404, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582000000300002>

VALLE, C. B.; MACEDO M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK. L. RESENDE. L. M. S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). Plantas Forrageiras. Viçosa, MG: UFV, p.30-77. 2010.

VIANA, G. S. B.; MATOS, F. J. A.; BANDEIRA, M. A. M.; RAO, V. S. N. Aroeira-do-sertão: estudo botânico, farmacognóstico, químico e farmacológico. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1995. 164p.

4.2 Competição de *Urochloa brizantha* sobre o crescimento inicial, fisiologia e aproveitamento de macronutrientes em *Caryocar brasiliense*

Este artigo foi elaborado conforme as normas da Revista *Journal of Tropical Forest Science*.

Competição de *Urochloa brizantha* sobre o crescimento inicial, fisiologia e aproveitamento de macronutrientes em *Caryocar brasiliense*

Resumo: A recuperação florestal com o uso de mudas de *C. brasiliense*, tanto em cultivo solteiro quanto em cultivo consorciado enfrenta problemas relacionados à competição com plantas daninhas. Apesar da relevância, a matocompetição é pouco estudada, sobretudo em relação à convivência com *U. brizantha*, considerada a principal forrageira cultivada no Brasil. Assim, o objetivo deste estudo consiste em avaliar os aspectos competitivos e a resposta fisiológica de mudas de *C. brasiliense* em convivência com o *U. brizantha*, em diferentes densidades. Para tanto, os tratamentos foram compostos de uma muda de pequi, ao centro do vaso de 12 dm³, variando o número de plantas de *U. brizantha* usadas como competidor, nas densidades de 0 (testemunha), 14, 28 e 42 plantas/vaso. As plantas de *C. brasiliense* mantidas sob competição com *U. brizantha* apresentaram redução na taxa fotossintética (45 a 73%), na eficiência instantânea do uso da água (55 a 70%), na taxa de transporte de elétrons (18 a 50%) e na condutância estomática (40 a 66%), em comparação à testemunha sem o competidor, apresentando drástica redução (>50%) na taxa de transporte de elétrons e pequeno aumento na eficiência quântica do fotossistema II. Além disso, a convivência com *U. brizantha* reduziu o conteúdo dos macronutrientes em *C. brasiliense*. Por outro lado, plantas de *C. brasiliense* sob competição com *U. brizantha* são mais eficientes na absorção de macronutrientes. A convivência de *U. brizantha*, independente da densidade, afeta as variáveis fisiológicas, o aproveitamento de macronutrientes e o crescimento de mudas de *C. brasiliense*.

Palavras-chave: pequi; acúmulo de nutrientes; matocompetição; Capim-braquiara.

***Urochloa brizantha* competition on initial growth, physiology and use of
macronutrients in *Caryocar brasiliense***

Abstract: Forest recovery using *C. brasiliense* seedlings, both in single and intercropped cultivation, faces problems related to competition with weeds. Despite its relevance, weed competition is little studied, especially in relation to coexistence with *U. brizantha*, considered the main forage crop cultivated in Brazil. Thus, the objective of this study is to evaluate the competitive aspects and the physiological response of *C. brasiliense* seedlings in coexistence with *U. brizantha*, at different densities. To this end, the treatments were composed of a pequi tree seedling, in the center of the 12 dm³ pot, varying the number of *U. brizantha* plants used as competitors, at densities of 0 (control), 14, 28 and 42 plants/pot. *C. brasiliense* plants maintained under competition with *U. brizantha* showed a reduction in photosynthetic rate (45 to 73%), in instantaneous water use efficiency (55 to 70%), in electron transport rate (18 to 50%) and stomatal conductance (40 to 66%), compared to the control without the competitor, showing a drastic reduction (>50%) in the electron transport rate and a small increase in the quantum efficiency of photosystem II; Furthermore, coexistence with *U. brizantha* reduced the macronutrient content of the species in question. On the other hand, *C. brasiliense* plants under competition with *U. brizantha* are more efficient in the absorption of macronutrients, given that the coexistence of *U. brizantha*, regardless of density, affects physiological variables, the use of macronutrients and the growth of seedlings of *C. brasiliense*.

Keywords: pequi tree; nutrient accumulation; weed competition; Capim-braquiaraõ.

Introdução

Caryocar brasiliense Camb. (*Caryocaraceae*) é uma espécie arbórea de ocorrência endêmica, amplamente distribuída no Cerrado brasileiro (savana neotropical) e em áreas adjacentes da Bolívia e do Paraguai (Lorenzi, 2008; Prance; Pirani, 2023). Popularmente conhecida como pequi, piqui ou piquiá, a planta produz frutos comestíveis de grande importância para a fauna regional, usados na obtenção de renda das populações humanas tradicionais e da indústria farmacêutica e cosmética (Barros; Anjos; Barros, 2020; Guedes *et al.*, 2017).

Todavia, o *Caryocar brasiliense* encontra-se ameaçado pela expansão agropecuária e pelo extrativismo intenso de seus frutos no Cerrado brasileiro, que ocupa uma área de 22% do território nacional, conforme os dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022). Dada a importância econômica da espécie (Guedes *et al.*, 2017), aliada aos interesses relacionados a preservação ambiental (OC, 2023) o plantio de mudas de *C. brasiliense* tem aumentado nos últimos anos. Parte do plantio se relaciona à mitigação de impactos provocados pela ação do homem em decorrências dos ajustes ambientais previstos na legislação mineira (Minas Gerais, 2012). De modo geral, o plantio de mudas de *Caryocar brasiliense*, seja para a exploração comercial, seja para a restauração florestal, é importante para a espécie, porém é limitado em função das dificuldades de seu estabelecimento no campo.

As mudas de *C. brasiliense*, por sua vez, apresentam baixa germinação e lento crescimento inicial (Dombroski *et al.*, 2010), dificultando o estabelecimento de novas plantas e do cultivo em áreas de interesse. Tais características predispõem as mudas à competição por plantas daninhas, haja vista que muitas das áreas de interesse para o plantio de *C. brasiliense* possuem altas populações de gramíneas exóticas, principalmente por *Urochloa brizantha*, considerada a planta forrageira mais plantada no Cerrado (Valle *et al.*, 2010; Kist *et al.*, 2019) e uma das plantas daninhas mais problemáticas para os cultivos florestais no Brasil (MAPA, 2018).

Urochloa brizantha apresenta alto potencial competitivo pelo seu crescimento vigoroso, adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (Silva *et al.*, 2016) e elevada exploração do sistema radicular, com destaque no aproveitamento de nutrientes (Maciel *et al.*, 2022; Medeiros *et al.*, 2016). Essa gramínea tem sido estudada como importante competidora de espécies florestais amplamente cultivadas

como eucalipto (Colmanetti et al., 2019; Medeiros et al., 2016; Maciel et al., 2022), árvores da savana africana (Campbell; Holdo; 2017) e do cerrado brasileiro (Rabelo et al., 2023; Oliveira et al., 2016). Contudo, na literatura, são escassos os trabalhos sobre a convivência de *U. brizantha* com *C. brasiliense*, principalmente quanto às respostas fisiológicas e nutricionais da espécie arbórea em relação à presença do competidor em suas diferentes densidades de convivência. As variáveis fisiológicas (Matos et al., 2013; Ferreira et al., 2015a) e os aspectos nutricionais ((Maciel et al., 2022; Medeiros et al., 2016) podem ser úteis para compreender o comportamento da competição entre *U. brizantha* e *C. brasiliense*.

Assim, o objetivo com o trabalho consiste em avaliar os aspectos competitivos de *U. brizantha*, em diferentes densidades, sobre as respostas fisiológicas, o aproveitamento de macronutrientes e o crescimento inicial de mudas de *C. brasiliense*.

Material e métodos

Local de estudo e material utilizado

O experimento foi conduzido em área aberta, nas coordenadas 16°40'3.17", de latitude Sul, 43°50'40.97", de longitude Oeste, a 618 metros de altitude. A região contemplada possui clima do tipo Aw (tropical de savana) (Climate Data, 2023), e as condições ambientais do período experimental são apresentadas na Figura 1.

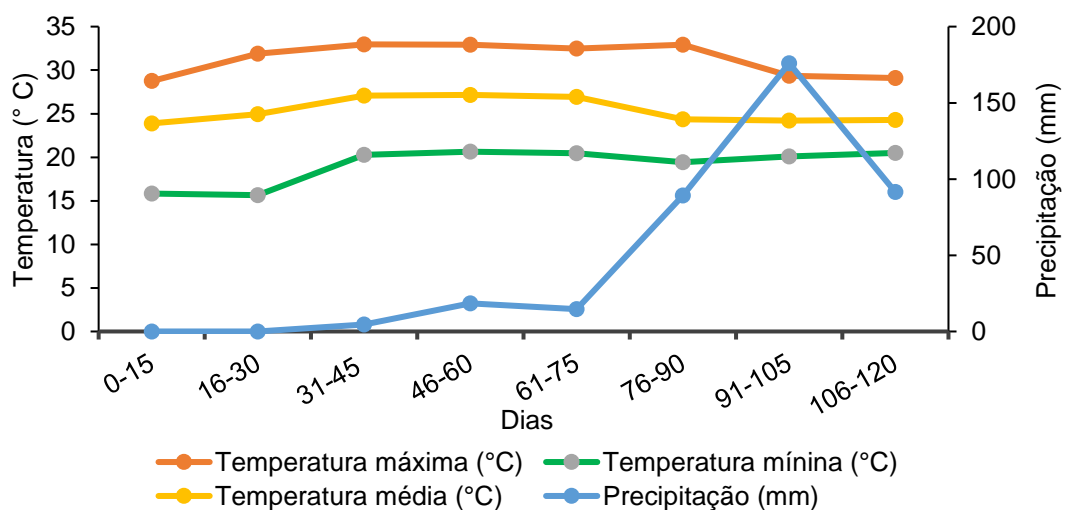


Figura 1 – Médias quinzenais da precipitação e temperatura na área contemplada durante a condução do experimento em Montes Claros, Minas Gerais, Brasil, com dados cedidos pela estação

meteorológica do INMET (2023), localizada a cerca de 670 metros da área experimental (autoria própria, 2023).

No presente estudo foram utilizados vasos de 12 litros de capacidade com 30 x 20 x 30 cm de altura, diâmetro de base e de boca, respectivamente, preenchidos com substrato composto por solo e areia na proporção 3:1. O substrato utilizado apresentou as seguintes características: pH (água) = 6,9; matéria orgânica = 3,26 dag kg⁻¹; areia = 54,15 dag kg⁻¹; silte = 43,49 dag kg⁻¹; argila = 1,91 dag Kg⁻¹; P Mehlich 437,8 mg dm⁻³; P remanescente -38,7 mg L⁻¹; K 733, 6mg dm⁻³; Ca 7,52 cmolc dm⁻³; Mg 2,13 cmolc dm⁻³; Al – 0,00 cmolc dm⁻³; H + Al 1,49-cmolc dm⁻³; SB – 11,53 cmolc dm⁻³; t – 11,53 cmolc dm⁻³; m – 0,0 %; T – 13,02 cmolc dm⁻³; V 88,57%. Após a mistura, o substrato foi adubado com 10 Kg dm⁻³ de superfosfato simples (18% de P₂O₅, 16% de cálcio e 14% de enxofre) (Novais et al., 1991).

As mudas de *C. brasiliense*, de propagação seminífera, foram produzidas em sacolas plásticas de 3 dm⁻³, com solo, e apresentando, inicialmente, 15 cm e 3,83 mm de altura e diâmetro, respectivamente, enquanto as mudas de *U. brizantha* foram previamente produzidas em bandejas de isopor, preenchidas com a mesma proporção de solo e areia utilizados nos vasos. As plantas de *U. brizantha*, por sua vez, apresentaram 5 centímetros de altura no início do estudo, na fase inicial de perfilhamento.

Delineamento experimental e tratamentos

A condução do experimento contemplou a variação na densidade do competidor (considerada como tratamento), sendo 0 (testemunha), 14, 28, e 42 indivíduos/m² de *U. brizantha*, em blocos casualizados, com seis repetições, cujos vasos usados consideram uma parcela experimental. Em relação à distribuição das plantas nos vasos, *C. brasiliense* foi plantada, todas as vezes, no centro, enquanto *U. brizantha* nos tratamentos com competição, a cerca de 10 centímetros da planta arbórea, conforme esquematizado na Figura 2.

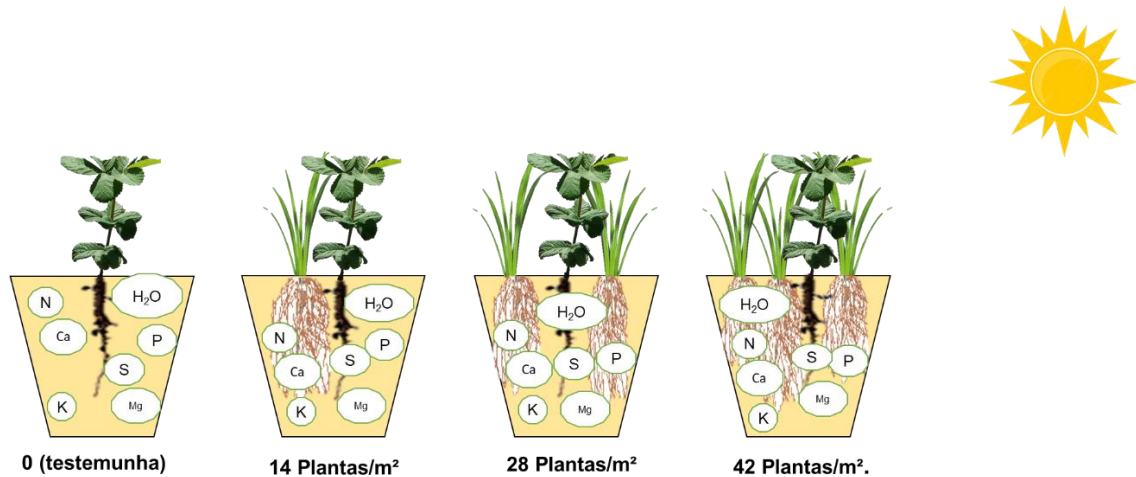


Figura 2 – Distribuição das plantas de *Caryocar brasiliense* e de *Urochloa brizantha* e suas diferentes densidades no vaso (autoria própria, 2023).

Imediatamente, após o transplântio, os vasos foram mantidos em bancadas a céu aberto por 120 dias em convivência, ou não, das plantas estudadas. Durante esse período, realizou-se a retirada manual de plantas daninhas das parcelas e irrigou-se as plantas, diariamente, buscando manter a umidade do solo próximo a 80% da capacidade de campo.

Variáveis resposta, coleta e análises de dados

Passados 120 dias de convivência do transplântio, foram obtidos a altura (cm), com uso de régua, e o diâmetro no coleto (mm), com uso de paquímetro manual, das mudas das plantas de *C. brasiliense*. Esses dados possibilitaram o cálculo do ganho de altura e de diâmetro das mudas da espécie arbórea em comparação aos valores obtidos no dia do transplântio para os vasos.

A taxa fotossintética (P_n , $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e a evapotranspiração (E , $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foram obtidas com auxílio do analisador de gases infravermelho – IRGA (modelo LCpro-SD, ADC BioScientific, Hoddesdon, UK), cujos valores foram usados estimaram para determinação da eficiência instantânea do uso da água (EUA, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) das folhas de *C. brasiliense*. Nas avaliações com o IRGA foi fornecida luz artificial correspondente a $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, cujas avaliações foram realizadas entre a segunda e a terceira folha, a partir do ápice das mudas de *C. brasiliense*, das 7h30 às 10 horas. Também foram realizadas análises da eficiência quântica do fotossistema II (Φ_{PSII}), da taxa de transporte de elétrons (ETR) e da condutância

estomática (GS) das plantas com o auxílio de fluorômetro portátil (Modelo OS5p, OPTI- Sciences, Hudson, EUA), medidos em horários concomitantes aos do IRGA.

Após as avaliações fisiológicas, aos 120 dia do transplântio, as plantas de *C. brasiliense* foram colhidas e separadas em parte aérea e radicular, com as raízes lavadas e pré-secadas à sombra, enquanto o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel para secagem em estufa de circulação forçada (Modelo SSDc – 1152L 220v, Solidsteel, Piracicaba, Brasil), a 65 graus, até apresentar peso constante para a determinação da massa seca.

Posteriormente, a parte aérea e radicular de *C. brasiliense* foi moída de maneira separada, em moinho de facas (CE-340, CienlaB, Campinas, Brasil), com peneira de malha 1 mm (um milímetro), a fim de determinar os teores de macronutrientes. Para tanto, recorreu-se ao *Método de Kjeldahl* (Bataglia *et al.*, 1983), com digestão sulfúrica, para a determinação dos teores de nitrogênio (N) na raiz e na parte aérea. Os teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) foram obtidos com a digestão nítrico-perclórica, sendo os teores de P e K determinados por espectrofotômetro de chamas (Modelo 1600uv, Nova instruments, Piracicaba, Brasil), Ca e Mg por colorimetria (Silva, 2009), e S por espectrofotômetro UV (Modelo B462, Micronal, Piracicaba, Brasil) (Tedesco *et al.*, 1995).

Com os teores de macronutrientes e da massa da parte aérea e radicular devidamente determinados, foram calculados o conteúdo de macronutrientes de *C. brasiliense* e o conteúdo relativo determinado, proporcionalmente, para as plantas mantidas em monocultivo – considerado como 100% –, e nas diferentes densidades de *U. brizantha*. Em seguida, determinou-se a eficiência de absorção (EA, g⁻² mg⁻¹) de nutrientes (Swiader; Chyan; Freji, 2008) de *C. brasiliense*, sendo:

$$EA(mg\ g^{-1}) = \frac{(\text{Conteúdo nutriente total na planta})}{(\text{MS Raiz})}$$

EA = Eficiência de absorção na planta de *C. brasiliense*.

Conteúdo nutriente total = Conteúdo do nutriente total na planta de *C. brasiliense* (mg).

Ms Raiz = Massa seca da raiz da planta de *C. brasiliense* (g).

Os ganhos em altura e diâmetro, a taxa fotossintética, a evapotranspiração, a EUA e a massa da parte aérea e das raízes foram submetidos à análise de variância

e, quando pertinente, ao teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade, utilizando-se o pacote ExpDes.pt com auxílio do software R v. 4.2.3 (R Core Team, 2023). As informações do teor, conteúdo, conteúdo relativo e EA de macronutrientes, por sua vez, foram apresentadas de forma descritiva.

Resultados

A convivência de *U. brizantha*, independente da densidade do competidor, reduziu a taxa fotossintética, a condutância estomática e a eficiência instantânea do uso da água de *C. brasiliense* (Tabela 1). Para a taxa de transporte de elétrons os menores valores foram encontrados quando da convivência de 42 plantas/m² de *U. brizantha*, sendo cerca de 50% inferior ao observado na testemunha sem competição (Tabela 1), enquanto a eficiência quântica do fotossistema II (ΦPSII) apresentou aumento em decorrência do acréscimo nas densidades de *U. brizantha*, em comparação à testemunha (Tabela 1). A transpiração das plantas de *C. brasiliense*, por sua vez, não foi influenciada pela convivência com *U. brizantha* (Tabela 1), apresentando valor médio de 2,40 mol m⁻² s⁻¹.

Tabela 1 – Taxa fotossintética (P_n - $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-2}$), transpiração (E - $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), eficiência instantânea do uso da água (EUA - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$), eficiência quântica do fotossistema II (ΦPSII), taxa de transporte de elétrons (ETR) e condutância estomática (g_s – $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-2}$) de *Caryocar brasiliense* em convivência com *Urochloa brizantha*, em diferentes densidades, 120 dias após o transplântio

Densidade plantas/m ²	Variáveis Fisiológicas					
	P_n^*	E^{ns}	g_s^*	EUA	ETR*	ΦPSII*
0	11,89 a	2,31	0,15 a	5,46 a	21,18 a	0,485 b
14	5,60 b	2,30	0,05 b	2,68 b	17,57 ab	0,545 ab
28	3,17 b	2,38	0,07 b	1,69 b	17,67 ab	0,572 a
42	6,48 b	2,64	0,06 b	2,47 b	10,61 b	0,562 ab
CV (%)	25,30	25,45	47,42	34,78	24,81	9,71

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ns = não significativo pelo teste F.

O aumento da densidade de *U. brizantha* ocasionou a redução no ganho de diâmetro do caule e na massa seca da parte aérea de *C. brasiliense* em competição, comparativamente, às plantas mantidas sem a presença do competidor (Tabela 2). Por outro lado, o ganho em altura e a biomassa seca da raiz de *C. brasiliense* não

apresentaram diferença significativa em relação à competição com *U. brizantha*, independentemente da densidade da planta infestante (Tabela 2).

Tabela 2 – Ganho em diâmetro do caule (GDC – mm), ganho em altura (GA – cm), massa seca da parte aérea (MSPA – g) e massa seca da raiz (MSR – g) de *Caryocar brasiliense* em competição com *Urochloa brizantha*, em diferentes densidades, 120 dias após o transplante

Densidade plantas/m ²	Variáveis morfológicas			
	GDC*	GA ^{ns}	MSPA*	MSR ^{ns}
0	4,53 a	16,90	16,18 a	12,79
14	3,63 ab	11,75	8,52 ab	13,23
28	2,67 b	10,75	10,89 b	11,38
42	2,89 b	11,17	7,16 b	11,45
CV (%)	18,88	38,67	33,38	23,28

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ns = não significativo pelo teste F.

A competição com *U. brizantha*, nas diferentes densidades, reduziu o conteúdo relativo de todos os macronutrientes na parte aérea e radicular de *C. brasiliense* em comparação às plantas mantidas sem competição (Tabela 3). Somente o conteúdo relativo do Ca na parte aérea de *C. brasiliense* apresentou valor de 113% na densidade de 28 plantas/m² de *U. brizantha* (Tabela 3).

Tabela 3 – Conteúdo relativo (%) dos macronutrientes da parte aérea e radicular de *Caryocar brasiliense* em competição com *Urochloa brizantha*, sob diferentes densidades, 120 dias após o transplântio

Densidade (plantas/m ²)	N	P	K	Ca	Mg	S
Parte aérea						
0	100	100	100	100	100	100
14	84	63	83	89	77	53
28	69	52	85	113	66	52
42	56	30	39	80	40	44
Parte radicular						
0	100	100	100	100	100	100
14	83	90	66	60	76	82
28	60	66	60	58	77	86
42	62	40	51	60	45	75

Fonte: Autoria própria, 2023.

Os teores de P na planta e de K na parte aérea de *C. brasiliense* apresentaram médias superiores nas plantas testemunhas em comparação ao observado nas plantas sob competição com *U. brizantha*. Os teores de N e Ca na parte aérea de *C. brasiliense* apresentaram maiores valores quando em convivência com 28 e 42 plantas/m² de *U. brizantha* (Tabela 4). Para os demais teores de nutrientes em *C. brasiliense*, observou-se uma variação nos valores, sem relação direta com a densidade de *U. brizantha*, com a presença, ou não, do competidor (Tabela 4). A competição de *U. brizantha*, nas suas diferentes densidades, proporcionou menor conteúdo de N, P, K e Ca nas plantas e de Mg e S na parte radicular de *C. brasiliense*, em comparação às plantas testemunhas (Tabela 4).

Plantas de *C. brasiliense* mantidas sem competição com *U. brizantha* apresentaram maior eficiência de absorção para todos os macronutrientes, em comparação às plantas testemunhas, com exceção de Mg na maior densidade do competidor (Tabela 4).

Tabela 4 – Teor e conteúdo dos macronutrientes da parte aérea e radicular e eficiência de absorção (EA) do *Caryocar brasiliense* em competição com o *Urochloa brizantha*, sob diferentes densidades, 120 dias após o transplântio

Densidade (plantas/m ²)	Teor (g kg ⁻¹)		Conteúdo (mg/planta)		EA (mg g ⁻¹)
	PA	RA	PA	RA	
N					
0	3,27 ^{(0,73)*}	5,09 ^(0,17)	77,38 ^(0,74)	55,75 ^(1,14)	10,53 ^(6,08)
14	3,20 ^(0,77)	5,53 ^(0,09)	46,50 ^(1,25)	46,63 ^(1,63)	5,96 ^(3,44)
28	3,36 ^(0,07)	2,99 ^(0,18)	44,95 ^(1,48)	38,34 ^(2,63)	7,82 ^(4,51)
42	4,45 ^(0,50)	3,91 ^(0,51)	52,94 ^(9,78)	32,12 ^(1,92)	11,66 ^(6,73)
P					
0	1,34 ^(0,15)	1,22 ^(0,07)	20,63 ^(1,15)	18,53 ^(2,46)	2,31 ^(0,33)
14	1,15 ^(0,06)	1,06 ^(0,03)	17,06 ^(0,79)	11,63 ^(0,35)	2,08 ^(0,56)
28	0,68 ^(0,03)	0,79 ^(0,07)	9,06 ^(1,21)	9,73 ^(0,35)	1,57 ^(0,26)
42	0,44 ^(0,05)	0,67 ^(0,02)	5,24 ^(0,49)	5,59 ^(0,50)	2,06 ^(0,57)
K					
0	0,70 ^(0,13)	0,73 ^(0,04)	10,04 ^(0,95)	11,31 ^(0,95)	2,05 ^(0,40)
14	0,57 ^(0,03)	0,93 ^(0,02)	8,34 ^(0,47)	7,46 ^(0,85)	1,14 ^(0,22)
28	0,63 ^(0,07)	0,57 ^(0,07)	8,49 ^(1,16)	6,83 ^(0,32)	0,97 ^(0,08)
42	0,33 ^(0,08)	0,50 ^(0,08)	3,92 ^(0,21)	4,31 ^(0,80)	1,32 ^(0,29)
Ca					
0	0,50 ^(0,02)	0,59 ^(0,05)	8,83 ^(0,14)	10,71 ^(0,30)	1,62 ^(0,43)
14	0,51 ^(0,06)	0,74 ^(0,04)	7,47 ^(0,17)	6,46 ^(0,48)	1,15 ^(0,15)
28	0,72 ^(0,05)	0,50 ^(0,03)	8,55 ^(0,52)	6,19 ^(0,51)	1,35 ^(0,30)
42	0,60 ^(0,05)	0,77 ^(0,03)	6,75 ^(0,32)	6,59 ^(0,91)	1,52 ^(0,20)
Mg					
0	1,04 ^(0,04)	0,64 ^(0,02)	14,82 ^(1,32)	10,57 ^(0,72)	2,12 ^(0,89)
14	1,17 ^(0,02)	0,77 ^(0,02)	17,22 ^(0,76)	8,13 ^(0,90)	1,85 ^(0,02)
28	1,05 ^(0,04)	0,69 ^(0,04)	13,95 ^(0,62)	8,87 ^(0,95)	1,68 ^(0,37)
42	1,01 ^(0,14)	0,51 ^(0,02)	11,35 ^(1,00)	4,20 ^(0,17)	2,38 ^(1,01)
S					
0	1,68 ^(0,05)	1,70 ^(0,09)	24,99 ^(1,34)	27,87 ^(2,57)	0,95 ^(0,55)
14	1,66 ^(0,10)	1,44 ^(0,13)	24,42 ^(0,78)	14,79 ^(1,34)	0,17 ^(0,10)
28	1,80 ^(0,14)	1,83 ^(0,26)	24,01 ^(2,02)	23,70 ^(2,93)	0,04 ^(0,02)
42	1,52 ^(0,05)	1,44 ^(0,05)	17,50 ^(0,83)	12,13 ^(0,59)	0,11 ^(0,06)

* Número sobrescrito entre parênteses significa \pm erro padrão da média (autoria própria, 2023).

Discussão

O presente estudo avaliou a convivência de *U. brizantha*, em diferentes densidades, com as mudas de *C. brasiliense*, num período de 120 dias, com o intuito

de verificar os impactos no crescimento, na fisiologia e no aproveitamento de macronutrientes da espécie arbórea. Constatou-se que a interferência de *U. brizantha* ocasiona a redução na taxa fotossintética, na condutância estomática, na eficiência instantânea do uso da água, no ganho em diâmetro do caule e na massa seca da parte aérea de *C. brasiliense*, independente da densidade da gramínea. Esses efeitos negativos foram observados mesmo com apenas uma planta de *U. brizantha*/vaso correspondente a 14 plantas/m² do competidor.

Os danos observados reforçam a interferência negativa de *U. brizantha* sobre mudas de *C. brasiliense*, uma vez que essa espécie é responsável por invasões de áreas de preservação e considerada como ameaça no estabelecimento e crescimento de espécies nativas (Rabelo *et al.*, 2023; Mano *et al.*, 2023; Dairel; Fidelis, 2020). Nesse sentido, o amplo uso de *U. brizantha* como planta forrageira (Kist *et al.*, 2019) potencializa a possibilidade de convivência com *C. brasiliense*, seja nas áreas de preservação, seja no cultivo da espécie arbórea.

Considerando que a presença de competição pode causar estresse na planta de interesse, com reflexos na eficiência do fotossistema, a redução na taxa fotossintética de plantas de *C. brasiliense* mantidas em convivência com *U. brizantha* foi acompanhada de alterações na eficiência quântica do fotossistema II e na taxa de transporte de elétrons. Na maior densidade do competidor, com 42 plantas/m² de *U. brizantha*, a taxa de transporte de elétrons de *C. brasiliense* reduziu mais de 50% em comparação à testemunha, enquanto a eficiência quântica do fotossistema II teve aumento cerca de 15% de aumento em relação à testemunha nas diferentes densidades do competidor.

A altura e a alta produção de perfilho de *U. brizantha* ocasionaram o sombreamento das mudas de *C. brasiliense*, o que pode ter levado à reduções na taxa fotossintética e de transporte de elétrons, conforme observado em outras plantas expostas à restrição luminosa (Ubierna *et al.*, 2013; Gomes *et al.*, 2019). As alterações nas variáveis relacionadas ao aparato fotossintético verificadas no presente estudo são indicativo de ocorrência de competição por luz de *U. brizantha* sobre *C. brasiliense*, em conformidade ao relatado por Concenço *et al.* (2008).

As variáveis fisiológicas são utilizadas para estudar a resposta de plantas de interesse sob competição (Matos *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2000), enquanto os estudos sobre a fluorescência da clorofila podem facilitar o entendimento de processos competitivos entre plantas, a exemplo da taxa de transporte de elétrons que está

ligada à produção de energia pelas plantas e à determinação da taxa de transporte de elétrons do fotossistema II (Ferreira *et al.*, 2015b).

A competição reduziu o conteúdo relativo dos macronutrientes, independente das densidades estudadas, tanto na parte aérea quanto na parte radicular comparadas às testemunhas. A redução do conteúdo relativo de nutrientes em espécies arbóreas em competição com gramíneas, por sua vez, é relatada na literatura para o eucalipto (Lafetá *et al.*, 2018; Maciel *et al.*, 2022) e atribuída à maior eficiência no aproveitamento de nutrientes pelo sistema radicular de plantas do gênero *Urochloa* (Amorin *et al.*, 2020; Mazacor; Schwartz; 2010; Riley *et al.*, 2019).

Em linhas gerais, a competição com *U. brizantha* afeta negativamente os teores de P e K e proporciona redução no conteúdo de N, P, K e Ca, na parte aérea, e do Mg e S, na parte radicular de *C. brasiliense*, em comparação às plantas testemunhas. *Caryocar brasiliense* teve uma maior eficiência de absorção para todos os macronutrientes, com exceção do K, quando em convivência com *U. brizantha* em suas maiores densidades. A presença do competidor, em suas maiores densidades, provocou o aumento na eficiência de absorção de mudas de *C. brasiliense*, o que pode ser atribuído a menor permeabilidade do elemento na solução do solo provocada pela competição.

Conclusões

A interferência de *U. brizantha* ocasiona a redução na taxa fotossintética, na condutância estomática, na eficiência instantânea do uso da água, no ganho em diâmetro do caule e na biomassa seca da parte aérea de *C. brasiliense*, independente da densidade da gramínea.

Plantas de *C. brasiliense* mantidas em convivência com *U. brizantha* apresentam drástica redução (>50%) na taxa de transporte de elétrons e pequeno aumento na eficiência quântica do fotossistema II, uma vez que a convivência com *U. brizantha* reduz o conteúdo relativo dos macronutrientes em *C. brasiliense*, independente das densidades estudadas, apresentando maior eficiência de absorção dos macronutrientes.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento de parte dos estudos dedicados a este trabalho.

Referências

AMORIM, S.P.; NASCIMENTO, D.; BOECHAT, C.L.; DUARTE, L.D.S.L.; ROCHA, C.B.; CARLOS, F.S. Grasses and legumes as covers crops affect microbial attributes in oxisol in the Cerrado (Savannah environment) in the northeast region. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 1, p. 31-42, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n104rc>

BARROS, G.M.; ANJOS, M.S.; BARROS, G.M. Prospecção Tecnológica do Pequi (Caryocar brasiliense Camb.). **Research, Society and Development**, v. 9, p. e754997957, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7957>

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas Campinas: Instituto Agrônomo, (Boletim Técnico, 78), p, 0- 48,1983.

CAMPBELL, T.A. HOLDO, R.M. A resposta competitiva de mudas de árvores de savana às gramíneas C4 está negativamente relacionada à taxa de fotossíntese. **Biotropica**, v. 49, n. 6, p. 774-777, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/btp.12484>.

CLIMATE DATA. **Dados climáticos para cidades mundiais**. [S.l.]: CLIMATE DATA, 2023. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/>. Acesso em: 11 fev. 2024.

COLMANETTI, M. A. A.; BACHA, A.L.; ALVES, P.L da C e PAULA, C. Effect of increasing densities of *Urochloa brizantha* cv. Marandu on *Eucalyptus urograndis* initial development in silvopastoral system. **Journal of Forestry Research**, v. 30, n. 2, p. 537-543, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11676-018-0635-4>

CONCENÇO, G.; FERREIRA, E.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; GALON, L.; REIS, M.R.; D'ANTONINO, L.; VARGAS, L.; SILVA, L.V.B.D. Fotossíntese de biótipos de azevém sob condição de competição. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 595-600, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000300015>.

DAIREL, M.; FIDELIS, A. The presence of invasive grasses affects the soil seed bank composition and dynamics of both invaded and non-invaded areas of open savanas. **Journal of Environmental Management**, v. 276, p. 111-291, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111291>

DOMBROSKI, J.L.D.; PAIVA, R.; ALVES, J.M.C.; SANTOS, B.R.; NOGUEIRA, R.C.; DE OLIVEIRA PAIVA, P.D.; BARBOSA, S. Métodos para a superação da dormência

fisiológica de *Caryocar brasiliense* Camb. **Cerne**. v. 16, n. 2, p. 131-135, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602010000200003>

FERREIRA, E. A.; MATOS, C. C.; BARBOSA, E. A.; MELO, C.A.D.; SILVA, D.N.; SANTOS, J.D. Aspectos fisiológicos de soja transgênica submetida à competição com plantas daninhas. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 58, n. 2, p. 115-121, 2015a. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.1745>

FERREIRA, E. A.; MATOS, C. C.; BARBOSA, E. A.; SILVA, D. V.; SANTOS, J. B.; PEREIRA, G. A. M.; FARIA, A. T.; SILVA, C. T. respostas fisiológicas da mandioca à aplicação de herbicidas. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 2, p. 645-656, 2015b. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p645>

GOMES, F.J.; PEDREIRA, C.G.S.; BOSI, C.; CAVALLI, J.; HOLSCHUCH, S.G.; MOURÃO, G.B.; PEREIRA, D.H.; PEDREIRA, B.C. Shading Effects on Marandu Palisadegrass in a Silvopastoral System: Plant Morphological and Physiological Responses. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 5, p. 2332–2340, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2019.01.0052>

GUEDES, A. M.M.; ANTONIASSI, R.; GALDEANO, M. C.; GRIMALDI, R.; CARVALHO, M. G.; WILHELM, A. E.; MARANGONI, A. G. Length-scale Specific Crystalline Structural Changes Induced by Molecular Randomization of Pequi Oil. **Journal of Oleo Science**, v. 66, n. 5, p. 469-478, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1051/ocl/2017040>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PPM – Pesquisa da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 22 set. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=17941>. Acesso em: 09 fev. 2024.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Brasília: INMET, Disponível em: <https://usp.br/sddarquivos/arquivos/abnt6023.pdf>. Acesso em: 11 out. 2023.

KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; BELLING, R. R. Anuário brasileiro de sementes 2019. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. 72 p.

LAFETÁ, B. O.; SANTANA, R. C.; NOGUEIRA, G. S.; EVES, J. C. L.; PENIDO, T. M. A. Macronutrients use efficiency in eucalypt by non-destructive methods estimated by artificial neural network. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 613-623, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509832049>

LORENZI, H. Árvores brasileiras: Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil-Vol.1 5ª Edição P,24, 2008.

MACIEL, J. C; DUQUE, T. S; FERREIRA, E. A; ZANUNCIO, J.C; PLATA-RUEDA, A; SILVA, V. P; SILVA, D. V; FERNANDES, B. C. C; BARROS JÚNIOR, A. P; DOS SANTOS, J. B. Growth, Nutrient Accumulation, and Nutritional Efficiency of a Clonal *Eucalyptus Hybrid* in Competition with Grasses. **Forests**, v. 13, n. 8, p. 1157, 2022. DOI: <https://dx.doi.org/10.3390/f13081157>

MANO, G.B.; LOPES, A.; PIEDADE, M.T.F. Will climate change favor exotic grasses over native ecosystem engineer species in the Amazon Basin. **Ecological Informatics**, v. 75, p. 102-102, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2023.102102>

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 112, de 8 de outubro de 2018. Ficam estabelecidas, na forma do quadro em Anexo, as pragas de importância econômica de maior risco fitossanitário para as culturas agrícolas nacionais [...]. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ed. 198, p. 4, 15 out. 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/45174395/do1-2018-10-15-portaria-n-112-de-8-de-outubro-de-2018-45174182. Acesso em: 09 set. 2023.

MATOS, C. C.; FIALHO, C.M.T.; FERREIRA, E.A.; SILVA, D.V.; SILVA, A.A.; SANTOS, J.B.; FRANÇA, A.C.; GALON, L. Physiological characteristics of coffee plants in competition with weeds. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1111-1119, 2013.

MAZANCOURT, C.; SCHWARTZ, M.W. Starve a competitor: Evolution of luxury consumption as a competitive strategy. **Theoretical Ecology**, v. 5, p. 37-49, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12080-010-0094-9>

MINAS GERAIS (Estado). Lei nº 20.308, de 27 de julho de 2012. Altera a Lei nº 10.883, de 2 de outubro de 1992, que declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no Estado de Minas Gerais, o pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) [...]. **Diário do Executivo**, Belo Horizonte, p. 1, col. 2, 28 jul. 2012. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/LEI/20308/2012/>. Acesso em: 20 jun. 2022.

MEDEIROS, W. N; MELO, C. A. D; TIBURCIO, R. A. S; SILVA, G. S; MACHADO, A. F. L; SANTOS, L. D. T; & FERREIRA, F. A. NITIAL GROWTH AND NUTRIENT CONCENTRATION IN *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* CLONES UNDER WEED INTERFERENC. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 147-157, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821099>.

NOVAIS, R. F. *et al.* **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa-SEA, 1991, p.189-254.

OC – Observatório do Clima. Aquecimento tem impactos mais severos na agricultura familiar. Brasília, DF: **OC**, 08 nov. 2023. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/aquecimento-tem-impactos-mais-severos-na-agricultura-familiar/>. Acesso em: 18 out. 2023.

OLIVEIRA, A. P. P. *et al.* Can allelopathic grasses limit seed germination and OLIVEIRA, A.P.P.; PEREIRA, S.R.; CÂNDIDO, A.C.S.; LAURA, V.A.; PERES, M.T.L.P. can allelopathic grasses limit seed germination and seedling growth of mutambo? A test with two species of brachiaria grasses. **Planta Daninha**, v. 34, n. 4, p. 639-648, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340400003>

PRANCE, G. T.; PIRANI, J. R. *Caryocaraceae in Flora e Funga do Brasil*. Rio de Janeiro: **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2023. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB6688>. Acesso em: 23 nov. 2023.

R CORE TEAM. R: A language and Environment for Statistical Computing. Viena: **R Foundation for Statistical Computing**, c2023. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 11 fev. 2024.

RABELO, B.S; LANGEVELDE, F.V; TOMLINSON, K; DINIZ, P; SILVA D.A; BARBOSA E. R. M; - BORGHETTI, F. E. R. M. Effects of native and invasive grasses on the survival. **Biological Invasions**, v. 25, p. 2697–2711, 2023. DOI:<https://doi.org/10.1007/s10530-023-03068-6>

RILEY, R.C. CAVAGNARO, T.V; BRIEN, C.; SMITH, F.A.; SMITH, S.E.; BERGER, B.; GARNET, T.; STONOR, R.; SCHILLING, R.K.; CHEN,Z. Resource allocation to growth or luxury consumption drives mycorrhizal responses. **Ecology Letters**, v. 22, n. 11, p. 1757–1766, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/elel.133353>

SILVA, D. V., FREITAS, M. A. M., SOUZA, M. F., QUEIROZ, G. P., MELO, C. A. D., SILVA, A. A., FERREIRA, L. R., REIS, M. R. Glyphosate herbicide use in *Urochloa brizantha* management in intercropping with herbicide-resistant maize. **Planta Daninha**, v. 34, n. 1, p. 133-141, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340100014>

SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Informações Tecnológicas, EMBRAPA. 2. Ed.: Brasília, Brasil. p. 120- 122, 2009

SILVA, W. D.; ERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; FIRMINO, L.E. Taxa transpiratória de mudas de eucalipto em resposta a níveis de água no solo e à convivência com *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.5, p.923-928, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000500009>

SWIADER, J.M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F.G. Diferenças genotípicas na absorção de nitrato e eficiência de utilização em híbridos de abóbora. **Journal of Plant Nutrition**, v. 17, n. 10, p. 1687–1699, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904168109362919>

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais, v. 2, P. 1-88, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

UBIERNA, N.; SUN, W.; KRAMER, D.M.; COUSINS, A.B. The efficiency of C4 photosynthesis under low light conditions in *Zea mays*, *Miscanthus giganteus* and *Flaveria bidentis*. **Plant, Cell and Environment**, v. 36, n. 2, p. 365-381, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2012.02579.x>

VALLE, C. B.; MACEDO M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK. L. RESENDE. L. M. S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). Plantas Forrageiras. Viçosa, MG: UFV, p.30-77. 2010. <https://doi.org/10.1007/s10530-023-03068-6>

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou avançar no conhecimento sobre a competição entre *U. brizantha* e mudas de *M. urundeuva* e *C. brasiliense*. As plantas das duas espécies arbóreas apresentam crescimento lento nos primeiros 150 e 120 dias após o transplântio para *M. urundeuva* e *C. brasiliense*, respectivamente.

A interferência de *U. brizantha*, em diferentes densidades de infestação testadas, afeta negativamente a taxa fotossintética e a eficiência do uso da água, alterando os teores e o conteúdo de macronutrientes de *M. urundeuva* e *C. brasiliense*.

Os efeitos negativos proporcionadas por *U. brizantha* sobre o crescimento, fisiologia e nutrição mineral das plantas de *M. urundeuva* e *C. brasiliense*, não foram diretamente proporcionais ao aumento da densidade do competidor. Em muitas variáveis a menor densidade de *U. brizantha* já foi suficiente para provocar alterações negativas significativas nas mudas das árvores.

Dadas as considerações, é possível afirmar que as variáveis fisiológicas e nutricionais analisadas neste estudo, em complemento às avaliações de crescimento, são fundamentais para elucidar a compreensão acerca dos aspectos competitivos de plantas daninhas com espécies arbóreas, sobretudo àquelas que apresentam crescimento lento.

Por fim, recomenda-se que a convivência de *U. brizantha* com mudas de *M. urundeuva* e *C. brasiliense* durante os 150 e 120 dias após o plantio deve ser evitada em áreas de restauração ambiental ou de cultivo das espécies de interesse, a fim de evitar problemas de competição e os efeitos negativos sobre as mudas das árvores.