



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL



**Germinação de sementes e respostas fotossintéticas de *Miconia albicans* (Sw.) Triana (Melastomataceae) e sua capacidade de estabelecimento em veredas alteradas**

Arthur Ferreira Rezende

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Paula de Oliveira.

Prof. Dr. João Paulo Ribeiro de Oliveira

Uberlândia – MG  
2021



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL



**Germinação de sementes e respostas fotossintéticas de *Miconia albicans* (Sw.) Triana (Melastomataceae) e sua capacidade de estabelecimento em veredas alteradas**

Arthur Ferreira Rezende

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Paula de Oliveira.

Prof. Dr. João Paulo Ribeiro de Oliveira.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Uberlândia – MG  
2021

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

R467 2021	<p>Rezende, Arthur Ferreira, 1994- Germinação de sementes e respostas fotossintéticas de <i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana (Melastomataceae) e sua capacidade de estabelecimento em veredas alteradas [recurso eletrônico] / Arthur Ferreira Rezende. - 2021.</p> <p>Orientadora: Ana Paula de Oliveria. Coorientador: João Paulo Ribeiro de Oliveira. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Biologia Vegetal. Modo de acesso: Internet. Disponível em: <a href="http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.320">http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.320</a> Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Botânica. I. Oliveria, Ana Paula de, 1978-, (Orient.). II. Oliveira, João Paulo Ribeiro de, 1986-, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Biologia Vegetal. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 581</p>
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal  
 Rua Ceará s/n, Bloco 2D, Sala 19A - Bairro Umuarama, Uberlândia-MG, CEP 38405-320  
 Telefone: (34) 3225-8640 - www.ppgbv.ib.ufu.br - bioveg@inbio.ufu.br



### ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Biologia Vegetal				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico nº 73 / PPGBV				
Data:	vinte e dois de julho de 2021	Hora de início:	09:00	Hora de encerramento:	13:00
Matrícula do Discente:	11912BVE002				
Nome do Discente:	ARTHUR FERREIRA REZENDE				
Título do Trabalho:	Germinação de sementes e respostas fotossintéticas de <i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana (Melastomataceae) e sua capacidade de estabelecimento em veredas alteradas				
Área de concentração:	Biologia Vegetal				
Linha de pesquisa:	Padrões em Biologia Vegetal				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	A família Melastomataceae no estado de Minas Gerais				

Reuniu-se por web conferência em sala do Google Meeting - pelo link , a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, assim composta: Professores Doutores: Isa Lucia de Moraes (UEG - Campus Sudoeste/Quirinópolis, Profa. Maria Cristina Sanches



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL



**Germinação de sementes e respostas fotossintéticas de *Miconia albicans* (Sw.) Triana (Melastomataceae) e sua capacidade de estabelecimento em veredas alteradas**

Arthur Ferreira Rezende

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Presidente (Orientadora): \_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup> Dra. Ana Paula de Oliveira  
Universidade Federal de Goiás – UFG.

Examinadores: \_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup> Dra. Isa Lucia de Moraes  
Universidade Estadual de Goiás, Campus Sudoeste,  
Sede Quirinópolis.

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup> Dra. Maria Cristina Sanches  
Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

## AGRADECIMENTOS

A minha mãe Luciani, por todo apoio e todo encorajamento que me deu neste período de aprendizado, sem este suporte nada seria possível.

Aos meus avós Wanderley e Onofra, pelos valores, carinho, afeto e amor que me transmitem em cada abraço e em cada sorriso.

Ao meu pai Adenilson, que mesmo não estando fisicamente presente para comemorar, está nas lembranças e no coração.

Aos meus amigos, que vivenciaram comigo todos os momentos e me deram uma palavra amiga para sempre seguir.

Ao meu parceiro e amigo Vanderley, por partilhar momentos e conhecimentos.

A minha orientadora Prof<sup>ª</sup> Dra. Ana Paula de Oliveira, pela calma, pela fala amiga e pelo conhecimento transmitido ao longo destes dois anos.

Ao meu coorientador Prof Dr. João Paulo Ribeiro de Oliveira, pelos momentos de diálogo, carregados de aprendizado e sabedoria.

A Prof<sup>ª</sup> Dra. Maria Cristina Sanches, por ter me instruído sempre que precisei e, por aceitar participar da banca examinadora deste trabalho.

A Prof<sup>ª</sup> Dra. Isa Lucia de Moraes, por aceitar participar da banca examinadora deste trabalho.

Ao PPGBV, por ter me proporcionado a possibilidade de ampliar meus conhecimentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Gratidão a vocês!

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUÇÃO GERAL .....	3
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	7
CAPÍTULO I .....	12
Germinação de sementes de <i>Miconia albicans</i> (Sw) Triana e a variação intraespecífica em transição cerrado/vereda .....	12
RESUMO .....	13
ABSTRACT .....	14
INTRODUÇÃO .....	15
MATERIAL E MÉTODOS .....	17
Área de coleta e origem das sementes .....	17
Testes de germinação .....	18
Características avaliadas .....	19
Modelo hierárquico e Análise de Nested .....	19
RESULTADOS .....	20
DISCUSSÃO .....	27
CONCLUSÃO .....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32
CAPÍTULO II .....	40
Trocas gasosas de <i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana em área de cerrado sentido restrito e vereda no Triângulo Mineiro .....	40
RESUMO .....	41
ABSTRACT .....	42
INTRODUÇÃO .....	43
MATERIAL E MÉTODOS .....	45
Área de estudo .....	45
Espécie estudada .....	45
Coleta de dados .....	46
Análise dos dados .....	47
RESULTADOS .....	47
DISCUSSÃO .....	56

CONCLUSÃO .....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	65



## RESUMO GERAL

O Cerrado é composto por um mosaico de fitofisionomias, possui diferentes ambientes, com áreas úmidas contrastando com áreas sob condições de restrição hídrica. Entre uma área e outra encontramos espécies que conseguem sobreviver nestes dois ambientes. O gênero *Miconia*, com grande representatividade na Estação Ecológica do Panga em Uberlândia - MG, está presente tanto no cerrado sentido restrito quanto na borda da vereda. *Miconia albicans*, espécie de ampla ocorrência no cerrado sentido restrito, foi encontrada na borda da vereda da Estação Ecológica do Panga que está em ressecamento devido as perturbações no entorno da unidade de conservação. O presente estudo tem por objetivo, encontrar diferenças na variabilidade intraespecífica e na germinação de sementes de indivíduos de *Miconia albicans* bem como avaliar as trocas gasosas da espécie quando estabelecida nos dois ambientes. No primeiro capítulo, os processos germinativos foram afetados pela variabilidade intraespecífica imposta pelas plantas-mãe de vereda na expressão de germinabilidade, tempo médio de germinação e velocidade média. No segundo capítulo, a espécie apresentou maior eficiência em suas trocas gasosas na vereda para taxa de transpiração, concentração intercelular de CO<sub>2</sub> e eficiência instantânea no uso da água. Com isso, conseguimos inferir que *M. albicans* pode ser considerada modelo biológico e bioindicadora de veredas perturbadas, atuando como potencial espécie dominante.

**Palavras-chave:** Áreas úmidas, savanas neotropicais, ecofisiologia da germinação, respostas fotossintéticas.

## ABSTRACT

The Cerrado is composed of a mosaic of phytophysiognomies, has different environments, with wetlands contrasting with areas under water-restricted conditions. Between an area and other species that get priority in two environments. The genus *Miconia*, with great representation at the Panga Ecological Station in Uberlândia - MG, is present both in the cerrado stricto sense and on the edge of the palm swamp. *Miconia albicans*, a species that occurs widely in the cerrado, found on the edge of the palm swamp of the Panga Ecological Station, which is drying due to disturbances in the surroundings of the conservation unit. This study aims to find differences in intraspecific variability and germination of *Miconia albicans* seeds, as well as to evaluate the gas exchange of the species in both environments. In the first chapter, the germination processes were affected by the intraspecific variability imposed by the palm swamp mother plants in the expression of germinability, average germination time and average speed. In the second chapter, the species showed greater efficiency in its gas exchange on the palm swamp for transpiration rate, intercellular concentration of CO<sub>2</sub> and instantaneous efficiency in water use. With this, we were able to infer that *M. albicans* can be considered a biological model and bioindicator of disturbed palm swamp, acting as a potential dominant species.

**Key words:** Wetlands, neotropical savannas, germination ecophysiology, photosynthetic responses.

## INTRODUÇÃO GERAL

Nos domínios da fitogeografia do Cerrado encontramos uma grande variedade de áreas úmidas em contraste com áreas das demais fitofisionomias, compostas de ambientes com drenagem lenta e mal definida, com o lençol freático próximo à superfície por grande parte do ano. A mudança na estrutura primária de áreas úmidas do Cerrado seja pela ação humana ou climática, vem constantemente ameaçando a sua conservação e perenidade (MARCO et al. 2014; JUNK et al. 2014; FONSECA et al. 2017). A flora destas regiões está condicionada às variações na altura do lençol freático, porém, mudanças significativas no volume de água e um ressecamento por um período maior ocasionam uma mudança neste tipo de vegetação que se faz importante para manter a fisionomia do ambiente (MEIRELLES et al. 2004; MEIRELLES et al. 2010)

Comunidades vegetais que ocorrem em áreas de nascentes e periferias de algumas vegetações de Cerrado, as veredas, são caracterizadas por perfis topográficos de vale aberto, variação de umidade e drenagem difusos ou definidos, tem bordas mais drenadas com solos mais secos e ao fundo maior umidade, encontrando em sua fisionomia herbáceo-subarbusciva predominante um contraste com a fisionomia arbustivo-arbórea do Cerrado (ALMEIDA et al. 1983; ARAÚJO et al. 2002). Bordas ou áreas de transição são estabelecidas pela junção da fitofisionomia matriz com fragmentos de outras comunidades vegetais, manchas de vegetação que promovem alteração no movimento energético, material e de organismos entre os dois ambientes distintos (WIENS et al. 1993; WILLIAMS-LINERA et al. 1997; DANGERFIELD et al. 2003).

Áreas de transição podem ser entendidos como áreas que interpõe diferentes ecótipos, produzindo fluxos biológicos entre as unidades deste panorama modificando as fitofisionomias ali existentes. Afetam diretamente espécies coexistentes nestes ambientes, promovendo uma nova forma de interação positiva ou não, preexistentes neste quadro (MURCIA, 1995; CARDOSO; LOMÔNACO 2003; PACIENCIA; PRADO 2004). Baseado nesse contexto indagou-se, como os traços funcionais são capazes de predizer a adaptabilidade de espécies em transição cerrado-vereda, utilizando como modelo biológico a espécie *Miconia albicans* (Sw.) Triana?

Para que as espécies possam atingir melhor desempenho e consigam se estabelecer em locais de borda ou transição, as plantas utilizam-se de adaptações, como variações intraespecíficas que possibilitam a maximização e captura de recursos. A plasticidade fenotípica neste contexto se dá pela capacidade das plantas em ocupar diferentes habitats

adaptando sua forma de sobrevivência em determinados ambientes. A otimização na aquisição de carbono e economia de água aumenta a possibilidade de permanência no local estabelecido ganhando vantagem em ambientes heterogêneos, instáveis ou de transição, trazendo mudanças de nicho e uma conseqüente tolerância às adversidades (VIA et al.1995; PEARCY et al., 2004; SILVEIRA; OLIVEIRA 2013).

Plasticidade fenotípica como recurso adaptativo dá a algumas espécies a possibilidade de se reproduzir em um local diferente do seu local de origem sem a ajuda humana de uma forma consistente autonomamente, tais espécies são chamadas de ruderais. Tais espécies podem ocupar áreas degradadas, competindo com espécies já instaladas e naturais do local, sendo consideradas ruderais espécies que ocorrem em ambientes com alto grau de perturbação advindo da ação humana, sendo consideradas espécies nativas e exóticas (RICHARDSON et al. 2000; PYŠEK et al. 2004).

Muitas espécies invasoras (aliens) avançam em ecossistemas naturais, alterando a composição estrutural da vegetação. Possuem como ponto principal a fácil adaptabilidade e um grande potencial para transformar ecossistemas, aproveitando-se de situações diversas (como ações climáticas, ação humana ou mesmo a migração de comunidades biológicas para novos locais) e podem se expandir geograficamente sem a ação humana para outro local, como forma de sobreposição da espécie por fatores biológicos (ABREU; DURIGAN 2011; MORO et al. 2012).

Eventos como longevidade do banco sementes no solo, quebra da dormência com diferentes mecanismos, germinação em diferentes tipos de solo e umidades, retardo da germinação em diferentes condições microclimáticas, são fatores diretos que envolvem espécies de gramíneas invasoras de áreas do Cerrado (GORGONE-BARBOSA et al. 2016). Outro facilitador da entrada de espécies invasoras em determinadas áreas está relacionado a eventos climáticos como seca prolongada, alagamentos, situações de mudanças que estão acontecendo em florestas savânicas e neotropicais similares às dos Cerrado, pois com a morte de alguns indivíduos presentes nestas áreas libera espaço para o estabelecimento de plantas com potencial de sobrevivência (POWERS et al. 2020).

Melastomataceae é uma família com grande variação na morfologia, anatomia e fisiologia, sendo a sexta maior entre as Angiospermas no Brasil, com 69 gêneros e cerca de 1436 espécies (SILVEIRA; OLIVEIRA 2013; FLORA DO BRASIL 2020). As espécies dessa família estão presentes em diversas formações vegetacionais, com número variável entre àquelas típicas de formações savânicas e florestais, bem como entre herbáceas, subarbustos e, raramente, árvores. As características taxonômicas relevantes são as folhas geralmente opostas, às vezes

verticiladas, as flores podendo ser solitárias ou formando inflorescências e as sementes capsulares (ROMERO; MARTINS 2002; OLIVEIRA et al. 2017). Além disso, algumas espécies da família estão entre as invasoras mais agressivas no Havaí, provavelmente devido à maior eficiência do aparato fotossintético e à plasticidade fenotípica (BARUCH et al. 2000).

O gênero *Miconia* compõe um grupo de Melastomataceae com 267 espécies dentre elas 101 endêmicas do Brasil (FLORA DO BRASIL 2020), ocorrem desde o sul do México até o norte da Argentina e Uruguai, possuindo um grande potencial de plasticidade fenotípica (GOLDENBERG 2004). Essas características tornam o grupo um modelo biológico atrativo para estudos de habilidade fenotípica em ambientes de transição. Um estudo conduzido em diferentes habitats e fitofisionomias no Paraná, destacou que a espécie *Miconia sellowiana* DC. teve a morfologia das folhas alterada para melhor adaptabilidade (BOEGER et al. 2008). Estudos com *Miconia fallax* DC. em diferentes ambientes de Cerrado apresentaram alterações no tamanho, número e massa de sementes, habilidades usadas para continuidade em ambientes com maior grau de saturação das espécies (LOMONACO; REIS 2007).

Mais de um terço das espécies de Melastomataceae tem sua reprodução por apomixia e produção de sementes assexuada. Entre os mecanismos de sobrevivência da família estão o desenvolvimento de sementes com exotestas diferenciadas, uma camada esclerótica mecânica e um menor desenvolvimento embrionário levando à dormência mecânica, métodos que possibilitam a dispersão das espécies (MENDES-RODRIGUES 2010; MENDES-RODRIGUES; OLIVEIRA 2012).

Neste contexto, é essencial compreender a formação do banco de sementes nos solos do Cerrado e os padrões que levam essas sementes a germinarem. No Cerrado podem ocorrer diferentes formas de dormência como, mecânica, física, química e relativa (LABOURIAU 1990) associadas a outras formas de dormência ao longo do tempo ou, até mesmo formas e tempos de dispersão diferentes que, juntamente com as temperaturas adequadas fazem um arranjo propício para o seu estabelecimento nas variadas fitofisionomias. As próprias espécies criam barreiras que impedem a sincronização da germinação gerando uma defesa vegetal, facilitando a germinação no Cerrado onde os limites de estações nem sempre são previsíveis. Quando a emergência é bem-sucedida, as espécies ainda precisam sobreviver à falta de recursos hídricos, de nutrientes e ataques de predadores e patógenos (RANAL et al. 2010; KISSMANN et al. 2012).

*Miconia albicans* (Sw.) Triana, com alto potencial de estabelecimento em diferentes ambientes, apresenta padrão amplo de distribuição geográfica, com ocorrência na região Neotropical, mais especificamente na América Latina (REZENDE et al. 2014). No estado de

Minas Gerais é espécie presente em grande parte do Cerrado (PARRINI; PACHECO 2011). É uma espécie com apomixia (GOLDENBERG; SHEPHERD 1998), e pioneira, que apresenta sobreposição total ou parcial de habitat com outras espécies de Melastomataceae (ELLISON et al. 1993; HIGUCHI et al. 2011).

As características morfológicas da espécie incluem folhas discolors, ramos e folhas com tricomas aracnoides curtos e panículas escorpioides podendo encontrar flores entre julho e dezembro, e frutos de julho a março. Apresenta alto potencial para uso na restauração de áreas degradadas de matas ripárias, devido a seu papel como nucleadora, atraindo principalmente polinizadores e dispersores de sementes (ALBUQUERQUE et al. 2013; REZENDE et al. 2014).

No bioma Cerrado, *Miconia albicans* (Sw.) Triana geralmente ocorre em formações savânicas no Brasil Central e em formações florestais como matas de galeria e cerradão. Pode ser encontrada em ambientes alterados, como no sub-bosque de povoamentos de *Pinus caribaea* (PINHO JUNIOR et al. 2015), no sub-bosque de plantios experimentais de espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia* (HIGUCHI et al. 2011), em áreas agrícolas abandonadas na Mata Atlântica e, em solos de vereda em ressecamento, o que a torna potencial bioindicadora de áreas úmidas perturbadas (ARAÚJO et al. 2002; SILVESTRINI et al. 2012).

No Triângulo Mineiro, a Estação Ecológica do Panga, área do presente estudo, tem sido estudada desde 1986 com relação à dinâmica das populações vegetais e animais. Na área, observa-se a dominância da espécie *Miconia albicans* (Sw.) Triana em áreas úmidas, além da redução de algumas áreas de veredas, o que gera alterações na fisionomia e ocupação do espaço pelas espécies (LOPES; SCHIAVINI 2001; OLIVEIRA et al. 2012). *M. albicans* ocorre com elevada densidade em Cerrados alterados do município de Uberlândia. A espécie está avançando aos poucos em direção às veredas, antes mais encharcadas, enquanto outras espécies de Melastomataceae estão desaparecendo do local (ARAÚJO et al. 1997). Segundo CARDOSO et al. (2009), as veredas e os campos úmidos perderam representatividade na Estação Ecológica do Panga, visto que grande parte de suas extensões foram ocupadas por vegetação arbórea mais densa, possivelmente como resultado do abaixamento do lençol freático local.

É possível avaliar a mudança climática que vem ocorrendo ao longo dos anos e como o Cerrado vem se moldando ao novo cenário (KRUG 2010). A diminuição de umidade do solo nas veredas juntamente com outros fatores, provoca modificações no hábitat e, conseqüentemente, impacto nas respostas morfofisiológicas das plantas. Portanto, tem-se como hipótese que *Miconia albicans* (Sw.) Triana está avançando sobre a vereda em ressecamento atuando como uma espécie indicadora de área de veredas perturbada. Neste contexto, o objetivo

foi avaliar traços funcionais de germinação de sementes e trocas gasosas da espécie *Miconia albicans* (Sw.) Triana como traços funcionais capazes de prever a adaptabilidade de espécies neotropicais em um gradiente ambiental perturbado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, R. C., & DURIGAN, G. (2011). Changes in the plant community of a Brazilian grassland savannah after 22 years of invasion by *Pinus elliottii* Engelm. *Plant Ecology & Diversity*, 4(2-3), 269-278. <https://doi.org/10.1080/17550874.2011.594101>

ALBUQUERQUE, L. B., AQUINO, F. D. G., COSTA, L. C., MIRANDA, Z., & SOUSA, S. R. (2013). Espécies de Melastomataceae juss. com potencial para restauração ecológica de mata ripária no Cerrado. Embrapa Cerrados-Artigo em periódico indexado (ALICE). <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1007817>

ALMEIDA, J. D., BARUQUI, F. M., BARUQUI, A. M., & MOTTA, P. D. (1983). Principais solos de várzeas do Estado de Minas Gerais e suas potencialidades agrícolas. *Informe Agropecuário*, 9, 70-78.

ARAÚJO, G.M.; NUNES, J.J.; ROSA, A.G.; RESENDE, E.J. Estrutura comunitária de vinte áreas de cerrados residuais no Município de Uberlândia, MG. *Daphne* 7:7-14, 1997.

ARAÚJO, G. M., BARBOSA, A. A., ARANTES, A. A., & AMARAL, A. F. (2002). Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG. *Brazilian Journal of Botany*, 25(4), 475. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002012000012>

BARUCH, Z., PATTISON, R. R., & GOLDSTEIN, G. (2000). Responses to light and water availability of four invasive Melastomataceae in the Hawaiian islands. *International Journal of Plant Sciences*, 161(1), 107-118. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/314233>

BOEGER, M. R. T., GLUZEZAK, R. M., PIL, M. W., GOLDENBERG, R., & MEDRI, M. (2008). Variabilidade morfológica foliar de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias no Estado do Paraná. *Brazilian Journal of Botany*, 31(3), 443-452. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042008000300008>

CARDOSO, E., MORENO, M. I. C., BRUNA, E. M., & VASCONCELOS, H. L. (2009). Mudanças fitofisionômicas no Cerrado: 18 anos de sucessão ecológica na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG. *Caminhos de Geografia*, 10(32). <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15980>

CARDOSO, G. L., & LOMÔNACO, C. (2003). Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess.(Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. *Brazilian Journal of Botany*, 26, 131-140. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042003000100014>

DANGERFIELD, J. M., PIK, A. J., BRITTON, D., HOLMES, A., GILLINGS, M., OLIVER, I. A. N., ... & BEATTIE, A. J. (2003). Patterns of invertebrate biodiversity across a natural edge. *Austral Ecology*, 28(3), 227-236. <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2003.01240.x>

ELLISON, A. M., DENSLOW, J. S., & LOISELLE, B. A. (1993). Seed and seedling ecology of neotropical Melastomataceae. *Ecology*, 74(6), 1733-1749. <https://doi.org/10.2307/1939932>

FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB161>

FONSECA, B. M., DE MENDONÇA-GALVÃO, L., SOUSA, F. D. R., ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A., GOMES-E-SOUZA, M. B., PINTO, R. L., ... & DE JESUS LIMA, E. (2018). Biodiversity in pristine wetlands of central Brazil: a multi-taxonomic approach. *Wetlands*, 38(1), 145-156. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13157-017-0964-7>

GOLDENBERG, R., & SHEPHERD, G. J. (1998). Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in “cerrado” vegetation. *Plant Systematics and Evolution*, 211(1-2), 13-29. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00984909>

GOLDENBERG, R. (2004). O gênero *Miconia* (Melastomataceae) no estado do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 18(4), 927-947. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000400024>

GORGONE-BARBOSA, E., PIVELLO, V. R., BAEZA, M. J., & FIDELIS, A. (2016). Disturbance as a factor in breaking dormancy and enhancing invasiveness of African grasses in a Neotropical Savanna. *Acta Botanica Brasilica*, 30(1), 131-137. <https://doi.org/10.1590/0102-33062015abb0317>

HIGUCHI, P., SILVA, A. C. D., VAN DEN BERG, E., & PIFANO, D. S. (2011). Associações espaciais entre indivíduos de diferentes espécies de *Miconia* spp. Ruiz & Pav. (Melastomataceae). *Revista Árvore*, 35(3), 381-389. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000300002>

JUNK, W. J., PIEDADE, M. T. F., LOURIVAL, R., WITTMANN, F., KANDUS, P., LACERDA, L. D., ... & SCHÖNGART, J. (2014). Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24(1), 5-22. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/aqc.2386>

KISSMANN, C., TOZZI, H. H., MARTINS, S., & HABERMANN, G. (2012). Germination performance of congeneric *Styrax* species from the Cerrado sensu lato areas and their distribution pattern in different physiognomies. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 207(9), 673-681. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2012.06.019>

KRUG, T. (2010). Impacto, vulnerabilidade e adaptação das florestas à mudança do clima. *Parcerias estratégicas*, 13(27), 43-72. [http://200.130.27.16/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/view/332](http://200.130.27.16/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/332)

LABOURIAU, L. F. G. (1990). O interesse do estudo das sementes. *Estudos avançados*, 4, 228-242.



- LOMÔNACO, C., & REIS, N. S. (2007). Produção de frutos e sementes em *Miconia fallax* DC (Melastomataceae) e *Matayba guianensis* Aubl. (Sapindaceae) em duas áreas de Cerrado no Triângulo Mineiro. *Revista de Biologia Neotropical/Journal of Neotropical Biology*, 4(1), 13-20. <https://doi.org/10.5216/rbn.v4i1.4653>
- LOPES, S. D. F., & SCHIAVINI, I. (2007). Dinâmica da comunidade arbórea de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Minas Gerais, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 21(2), 249-261. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062007000200001>
- LUO, J., & CARDINA, J. (2012). Germination patterns and implications for invasiveness in three *Taraxacum* (Asteraceae) species. *Weed Research*, 52(2), 112-121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2011.00898.x>
- MARCO, P., NOGUEIRA, D. S., CORREA, C. C., VIEIRA, T. B., SILVA, K. D., PINTO, N. S., ... & DE OLIVEIRA, A. A. B. (2014). Patterns in the organization of Cerrado pond biodiversity in Brazilian pasture landscapes. *Hydrobiologia*, 723(1), 87-101. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-013-1695-2>
- MEIRELLES, M. L., GUIMARÃES, A. J. M., OLIVEIRA, R. D., ARAÚJO, G. D., & RIBEIRO, J. F. (2004). Impactos sobre o estrato herbáceo de áreas úmidas do Cerrado. *Cerrado: ecologia e caracterização*, 1, 41-68.
- MEIRELLES, M. L., FRANCO, A. C., FERREIRA, E. A. B., & RANDOW, C. V. (2010). Fluxo diurno de CO<sub>2</sub> solo-planta-atmosfera em um campo úmido do cerrado. *Embrapa Cerrados-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* (INFOTECA-E). <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/894343>
- MENDES-RODRIGUES, C., ARAÚJO, F. P. D., BARBOSA-SOUZA, C., BARBOSA-SOUZA, V., RANAL, M. A., SANTANA, D. G. D., & OLIVEIRA, P. E. (2010). Multiple dormancy and maternal effect on *Miconia ferruginata* (Melastomataceae) seed germination, Serra de Caldas Novas, Goiás, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 33(1), 92-105. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042010000100009>
- MENDES-RODRIGUES, C., & OLIVEIRA, P. E. (2012). Polyembryony in Melastomataceae from Brazilian Cerrado: multiple embryos in a small world. *Plant Biology*, 14(5), 845-853. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2011.00551.x>
- MORO, M. F., SOUZA, V. C., OLIVEIRA-FILHO, A. T. D., QUEIROZ, L. P. D., FRAGA, C. N. D., RODAL, M. J. N., ... & MARTINS, F. R. (2012). Aliens in the room: what to do with exotic species in taxonomic, floristic and phytosociological studies?. *Acta Botanica Brasilica*, 26(4), 991-999. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000400029>
- MURCIA, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in ecology & evolution*, 10(2), 58-62 [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)88977-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)88977-6)
- OLIVEIRA, A. L. F., ROMERO, R., & GUIMARÃES, P. J. F. (2017). A tribo melastomeae (melastomataceae) no Estado de Goiás. *Heringeriana*, 10(2), 78-131. <http://revistas.jardimbotanico.ibict.br/index.php/heringeriana/article/view/222>

OLIVEIRA, A. P., CAMPOS, A. R., SCHIAVINI, I., & RANAL, M. A. (2013) *Estrutura populacional de Miconia albicans (SW.) Triana (melastomataceae) em transição cerrado stricto sensu/vereda na Estação Ecológica do Panga*. 64º Congresso Nacional de Botânica. Belo Horizonte, MG.

PACIENCIA, M. L., & PRADO, J. (2004). Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 27(4), 641-653. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042004000400005>

PARRINI, R., & PACHECO, J. F. (2011). Frugivoria por aves em seis espécies arbóreas do gênero *Miconia* (Melastomataceae) na Mata Atlântica do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Região Sudeste do Brasil. *Atualidades Ornitológicas*, 159(1), 51-58.

PEARCY, R. W., VALLADARES, F., WRIGHT, S. J., & DE PAULIS, E. L. (2004). A functional analysis of the crown architecture of tropical forest Psychotria species: do species vary in light capture efficiency and consequently in carbon gain and growth?. *Oecologia*, 139(2), 163-177. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00442-004-1496-4>

PINHO JÚNIOR, G. V., NASCIMENTO, A. R. T., VALVERDE, B. T., & CLEMENTE, L. H. (2015). Brazilian savanna re-establishment in a monoculture forest: diversity and environmental relations of native regenerating understory in *Pinus caribaea* Morelet. stands. *Journal of forestry research*, 26(3), 571-579. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11676-015-0050-z>

POWERS, J. S., VARGAS G, G., BRODRIBB, T. J., SCHWARTZ, N. B., PÉREZ-AVILES, D., SMITH-MARTIN, C. M., ... & CALVO-ALVARADO, J. C. (2020). A catastrophic tropical drought kills hydraulically vulnerable tree species. *Global change biology*, 26(5), 3122-3133. <https://doi.org/10.1111/gcb.15037>

PYŠEK, P., RICHARDSON, D. M., REJMÁNEK, M., WEBSTER, G. L., WILLIAMSON, M., & KIRSCHNER, J. (2004). Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 53(1), 131-143. <https://doi.org/10.2307/4135498>

RANAL, M. A., SANTANA, D. G., & SCHIAVINI, I. (2010). Are there germination patterns for cerrado species. *Tropical Biology and Conservation Management - Volume X: Savanna Ecosystems*

REZENDE, A. R., ROMERO, R., & GOLDENBERG, R. (2014). Sinopse de *Miconia* seção *Miconia* DC.(Melastomataceae) no estado de Minas Gerais, Brasil. *Bioscience Journal*, 30(1). <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18141>

RICHARDSON, D. M., PYŠEK, P., REJMÁNEK, M., BARBOUR, M. G., PANETTA, F. D., & WEST, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and distributions*, 6(2), 93-107. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x>

ROMERO, R., & MARTINS, A. B. (2002). Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. *Brazilian Journal of Botany*. <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/30532>

SILVEIRA, F. A. O., & OLIVEIRA, E. G. (2013). Does plant architectural complexity increase with increasing habitat complexity? A test with a pioneer shrub in the Brazilian Cerrado. *Brazilian Journal of Biology*, 73(2), 271-277. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842013000200007>

SILVESTRINI, M., CYSNEIRO, A. D. D., LIMA, A. L., VEIGA, L. G., ISERNHAGEN, I., TAMASHIRO, J. Y., ... & RODRIGUES, R. R. (2012). Natural regeneration in abandoned fields following intensive agricultural land use in an Atlantic Forest Island, Brazil. *Revista Árvore*, 36(4), 659-671. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000400008>

WIENS, J. A., CHR, N., VAN HORNE, B., & IMS, R. A. (1993). Ecological mechanisms and landscape ecology. *Oikos*, 369-380. <https://www.jstor.org/stable/3544931>

WILLIAMS-LINERA, G., DOMINGUEZ-GASTELU, V., & GARCIA-ZURITA, M. E. (1998). Microenvironment and floristics of different edges in a fragmented tropical rainforest. *Conservation biology*, 12(5), 1091-1102. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1998.97262.x>

VIA, S., GOMULKIEWICZ, R., DE JONG, G., SCHEINER, S. M., SCHLICHTING, C. D., & VAN TIENDEREN, P. H. (1995). Adaptive phenotypic plasticity: consensus and controversy. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(5), 212-217. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)89061-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)89061-8)

## **CAPÍTULO I**

**Germinação de sementes de *Miconia albicans* (Sw) Triana e a variação  
intraespecífica em transição cerrado/vereda**

## RESUMO

Compreender o padrão utilizado por espécies em uma comunidade é de extrema importância, pois é isso que define sua permanência no ambiente. O processo germinativo tem papel fundamental no estabelecimento das espécies, sendo uma das etapas mais críticas de um espécime, sobretudo no cenário de alterações climáticas drásticas. Neste âmbito, a região de transição cerrado/vereda tende se consolidar como um local de estudos para a determinação de como a pressão ambiental pode ocorrer nos próximos anos. Neste ambiente, *Miconia albicans* tem avançado do cerrado sentido restrito para a borda da vereda. Assim, o presente trabalho avaliou como a variabilidade intraespecífica é expressa no padrão germinativo da espécie, a fim de entender o risco que as alterações globais têm manifestado sobre o ambiente vereda sob o aspecto de preocupação conservacionista da flora do ambiente. A germinação de sementes da espécie foi realizada em câmara de germinação e desenvolvimento. Os achados demonstraram que a variabilidade intraespecífica em *M. albicans* é importante para a expressão de: germinabilidade com 40% de variação no cerrado e 26,6% na vereda, tempo médio de germinação com variação de  $0,7 \text{ dia}^{-1}$  na vereda e  $0,4 \text{ dia}^{-1}$  no cerrado e velocidade média com variação de 2,0 dias na vereda e 2,6 dias no cerrado, sendo esses os recursos finamente regulados pela espécie para avançar sobre a vereda. As características tempo inicial de germinação ( $4,9 \text{ dias} \leq t_0 \leq 5,1 \text{ dias}$ ), tempo final de germinação ( $9,6 \text{ dias} \leq t_f \leq 11,4 \text{ dias}$ ), coeficiente de variação de tempo ( $19,4\% \leq CV_t \leq 23,6\%$ ), germinabilidade ( $81,47\% \leq G \leq 82,37\%$ ), amplitude do tempo de germinação ( $4,6 \leq \lambda_t \leq 6,3$ ), incerteza ( $1,6 \text{ bits} \leq I \leq 1,7 \text{ bits}$ ) e sincronia do tempo de germinação ( $Z = 0,3$ ) apresentaram similaridade entre ambientes, independente da planta-mãe. Por outro lado, as características tempo inicial de germinação ( $4,9 \text{ dias} \leq t_0 \leq 5,1 \text{ dias}$ ), tempo final de germinação ( $9,6 \text{ dias} \leq t_f \leq 11,4 \text{ dias}$ ), coeficiente de variação de tempo ( $19,4\% \leq CV_t \leq 23,6\%$ ), amplitude do tempo de germinação ( $4,6 \leq \lambda_t \leq 6,3$ ), incerteza ( $1,6 \text{ bits} \leq I \leq 1,7 \text{ bits}$ ) e sincronia do tempo de germinação ( $Z = 0,3$ ) demonstraram ser insensíveis ao ambiente e a variabilidade expressa entre plantas-mãe, demonstrando ser um traço espécie-específico. Os resultados mostraram que *M. albicans* tem investido não apenas no potencial de germinação das sementes, mas também no metabolismo germinativo e no pico germinativo das sementes produzidas para avançar sobre a vereda.

**Palavras chave:** Áreas de transição; cerrado sentido restrito; ecofisiologia da germinação; efeito maternal.

## ABSTRACT

Understanding the pattern used by species in a community is extremely important, as this is what defines their permanence in the environment. The germination process plays a fundamental role in the establishment of species, being one of the most critical stages of a specimen, especially in the scenario of drastic climate change. In this context, the transition region between cerrado and palm swamp tends to consolidate itself as a place for studies to determine how environmental pressure may occur in the coming years. In this environment, *Miconia albicans* has advanced from the cerrado to the edge of the palm swamp. Thus, the present work evaluated how the intraspecific variability is expressed in the germination pattern of the species, in order to understand the risk that global changes have manifested on the palm swamp environment from the aspect of conservationist concern for the flora of the environment. The germination of seeds of the species was carried out in a germination and development chamber. The findings showed that intraspecific variability in *M. albicans* is important for the expression of: germinability with 40% variation in the cerrado and 26.6% in the vereda, mean germination time with a variation of  $00,7 \text{ dia}^{-1}$  in the palm swamp and  $0,4 \text{ dia}^{-1}$  in the cerrado and average speed with a variation of 2.0 days in the palm swamp and 2.6 days in the cerrado, these being the resources finely regulated by the species to advance on the palm swamp. The characteristics: initial germination time ( $4,9 \text{ days} \leq t_0 \leq 5,1 \text{ days}$ ), final germination time ( $9,6 \text{ days} \leq t_f \leq 11,4 \text{ days}$ ), time variation coefficient ( $19,4\% \leq CV_t \leq 23,6\%$ ), germinability ( $81,47\% \leq G \leq 82,37\%$ ), germination time span ( $4,6 \leq \lambda_t \leq 6,3$ ), uncertainty ( $1,6 \text{ bits} \leq I \leq 1,7 \text{ bits}$ ) and germination time synchrony ( $Z = 0,3$ ) showed similarity between environments, regardless of the mother plant. On the other hand, the characteristics: initial germination time ( $4,9 \text{ days} \leq t_0 \leq 5,1 \text{ days}$ ), final germination time ( $9,6 \text{ days} \leq t_f \leq 11,4 \text{ days}$ ), coefficient of time variation ( $19,4\% \leq CV_t \leq 23,6\%$ ), amplitude of the germination time ( $4,6 \leq \lambda_t \leq 6,3$ ), uncertainty ( $1,6 \text{ bits} \leq I \leq 1,7 \text{ bits}$ ) and time synchronization of germination ( $Z = 0,3$ ) demonstrated to be insensitive to the environment and the variability expressed among mother plants, proving to be a species-specific trait. The results showed that *M. albicans* has invested not only in the seed germination potential, but also in the germination metabolism and germination peak of the seeds produced to advance over the palm swamp.

**Key words:** Transition areas; cerrado restricted sense; germination ecophysiology; maternal effect.

## INTRODUÇÃO

Entender o padrão germinativo de sementes de espécies em uma comunidade é fundamental, sobretudo quando se pensa em recursos para sobrevivência na biosfera. Neste sentido, as sementes, ao apresentarem diferentes maneiras de controlarem a germinação, demonstram respostas adaptativas e de plasticidade, muitas vezes devido a situações experimentadas pelas plantas-mãe, que tem implicância direta sobre o estabelecimento inicial de espécimes (DONOHUE 2009; MENDES-RODRIGUES et al. 2010; ADLER et al. 2014). Muito do que se sabe sobre o papel da variação intraespecífica na germinação está relacionado ao efeito maternal. Esse fenômeno tem sido demonstrado especialmente em espécies nativas (ALLEN et a. 2008; BISCHOFF, MÜLLER-SCHÄRER 2010; DEY et al. 2016; BAUGHMAN et al. 2019) e muito pode ajudar na compreensão da resiliência de espécies vegetais em gradientes vegetacionais, como as formações Neotropicais do Cerrado, bem como em possíveis cenários consequentes das mudanças globais.

As espécies do Cerrado apresentam processos adaptativos relacionados ao gradiente que flui desde a grandes restrições hídricas e nutricionais até total disponibilidade de recursos. Isso gera um conhecido ecogradiente nesse *hotspot* em biodiversidade. Por conceito, presume-se que esse ecogradiente é chave para ressaltar as variações intraespecíficas que geram não apenas as características físicas de uma semente, mas também sua biologia (SCHMUTHS et al. 2006; BEDETTI et al. 2011; SALAZAR et al. 2011). Não obstante, é essa variação que garante que a memória ambiental experimentada pela planta-mãe seja incorporada à prole, o que faz com que intencionalmente haja um recrutamento de indivíduos por gerenciamento de bancos de sementes ou de banco de plântulas. Com isso, estabelece-se o controle parental sobre a dinâmica sucessional, usando principalmente o metabolismo de reservas como o componente chave para determinar o melhor momento e/ou estação do ano em que a semente deve efetivar a germinação, mudando a forma e a capacidade de um fragmento recuperar perturbações ou espécies de se livrarem do risco de extinção, podendo até alcançar outros ecossistemas, gerando uma variação entre populações distantes geograficamente (COCHRANE et al. 2015; HOYLE et al. 2015; HUANG et al. 2016; SNELL et al. 2019).

As áreas de transição de uma fitofisionomia para outra são compostas por inúmeras espécies que utilizam da variabilidade para se manterem, visto que atributos como demandas nutricionais, propriedades do solo e disponibilidade de recursos podem afetar todo o ecossistema das comunidades vegetais, mesmo apresentando um desenvolvimento

interdependente. Tais fatores podem interagir diretamente na limitação das espécies para ocupar nichos específicos ou aumentar o potencial para ampla distribuição na área de transição (WRIGHT et al. 2001; HOFFMANN, FRANCO 2003). Espécies que conseguem se desenvolver em ambientes de transição avançam sobre um habitat diferente de seu nicho, o que tem colocado em observação os impactos no ecossistema que tal ação pode causar. Em áreas de transição cerrado/vereda, pode-se encontrar espécies que, ao longo do tempo, se adaptaram para coexistir nesse habitat.

Além da intervenção antrópica, as áreas úmidas, como as veredas, estão perdendo espaço devido ao rebaixamento do lençol freático, dando possibilidade para adaptação e avanço de espécies adaptadas a ambientes de maior drenagem (ODUM; SARMIENTO 1998; MEIRELLES et al. 2002). Em um levantamento florístico, foi encontrado na borda de vereda, aproximadamente, 40% de similaridade com espécies do cerrado (MIRANDA-SANTOS; MUNHOZ 2012), comprovando a adaptação de espécies de ambientes secos adentrando ambientes úmidos. Assim, estudos que discriminem aspectos sobre a adaptabilidade de espécies em ambientes de transição são importantes não apenas para determinar estratégias conservacionistas, mas também para prever o impacto das mudanças climáticas em curso.

Melastomataceae corresponde a uma das maiores famílias de espécies que sobrevivem em regiões de cerrado (sentido restrito), vereda e áreas de transição (SANTOS et al. 2018). Apresenta elevada produção de sementes, taxas de germinação e crescimento, além de frutos arredondados, pequenos e carnosos (MENDONÇA et al. 2007; ALBUQUERQUE et al. 2013). O gênero *Miconia*, apresenta como recurso reprodutivo a apomixia de sementes, as quais também apresentam alta frequência de poliembrionia. Está presente em matas secundárias, bordas e áreas de transição, podendo ser consideradas espécies dominantes em ambientes antropizados pelo alto potencial de estabelecimento, grande quantidade de frutos e sementes produzidos, facilidade de dispersão e germinação. As plântulas conseguem se adaptar facilmente a áreas degradadas ou em regeneração. Portanto, a elevada presença de espécies de *Miconia* é um biomarcador do grau de perturbação ambiental da área (MENDES-RODRIGUES; OLIVEIRA 2012; CAETANO et al. 2013; SANTOS et al. 2017).

Entre as espécies do gênero, *Miconia albicans* Sw. Triana é uma das que se estabelece na maior parte das regiões de savana neotropicals. Atualmente, a espécie está sendo relatada nas áreas de transição cerrado/vereda, apresentando floração entre o inverno e a primavera, com frutificação iniciando logo após este período e a maturação dos frutos acontecendo ainda na estação chuvosa (CARREIRA; ZAIDAN 2003). Isso facilita a queda dos frutos e a permanência do banco de sementes no solo, possibilitando a germinação escalonada ao longo do ano. Além



disso, a espécie apresenta frutos de diferentes cores no mesmo ramo, os quais podem atrair diferentes dispersores com um padrão de dispersão, além de zoocórico, barocórico, o que eleva a chance de germinação de sementes e estabelecimento de plântulas (CASTRO et al. 2004).

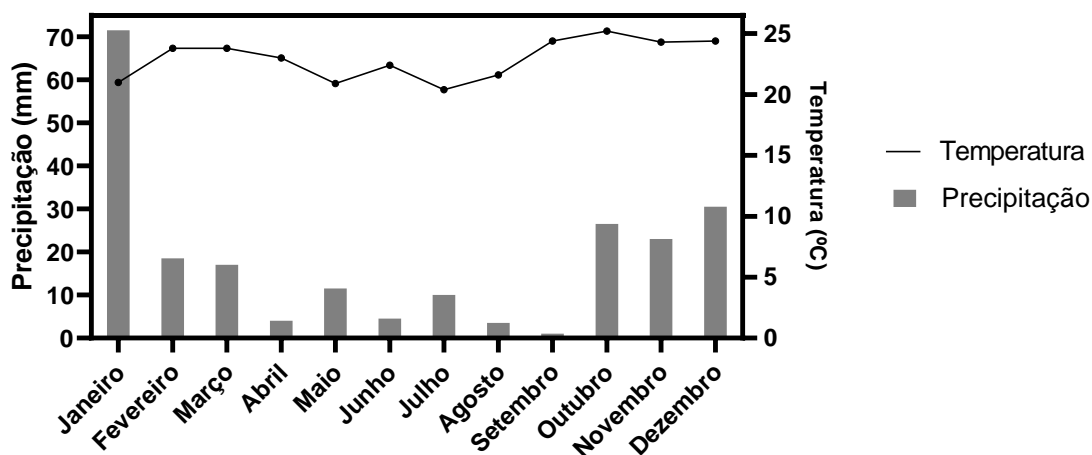
*Miconia albicans* ocorre no cerrado e no entorno da vereda na Estação Ecológica do Panga, e o seu avanço sobre o solo da vereda em ressecamento tem sido agressivo, sendo uma potencial espécie dominante (LOPES; SCHIAVINI 2007; CAETANO et al. 2018). Por esta espécie conseguir adaptar a ambientes diversificados, tem-se por hipótese que o processo germinativo da espécie promoverá *insights* sobre o padrão agressivo de avanço do estabelecimento sobre a vereda, o que está associado ao efeito da variabilidade intraespecífica sobre fisiologia da germinação. Assim, espera-se que o estudo elucidie aspectos importantes sobre a espécie *M. albicans* e a relevância da variação intraespecífica no processo germinativo de sementes de espécies dominantes no ambiente de transição e estabelecimento cerrado/vereda.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de coleta e origem das sementes**

A área de coleta compreendeu a Estação Ecológica do Panga (EEP), que pertence à Universidade Federal de Uberlândia desde 1986, constituindo uma unidade de conservação na categoria de Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN (SCHIAVINI; ARAÚJO 1989). A EEP apresenta área de 409,5 ha, com altitude média de 800 m, atuando como área representativa das fitofisionomias do bioma Cerrado do Brasil Central, composta por vários tipos florestais e savânicos, como: florestas estacionais semidecíduas, mata de galeria, cerradão, cerrado sentido restrito, campo sujo, campos úmidos e veredas (CARDOSO; SCHIAVINI 2002).

O clima predominante no município de Uberlândia MG, segundo a classificação de Köppen, é o Cwa, com verão quente e úmido e inverno frio e seco (ALVARES et al. 2013). No período de 2012-2013, a média anual de temperatura foi de 24,5 °C e a média anual de precipitação foi de 1413,4 mm (RANAL et al. 2016).



**Figura 1.** Variação anual das médias mensais de precipitação e temperatura do município de Uberlândia, MG. Fonte: INMET – Estação Uberlândia. Os dados correspondem à média mensal de precipitação e temperatura ao longo dos anos de 2012 a 2013.

A coleta dos frutos de *M. albicans* foi realizada em 2013, na borda da vereda (transição cerrado/vereda) e no cerrado sentido restrito adjacente à vereda. A coleta foi realizada com 10 indivíduos (plantas-mãe) em cerrado e 10 em vereda sendo que, 1 indivíduo de vereda não apresentou uma quantidade mínima de 25 sementes para cada repetição do experimento, se mantendo apenas com 1 repetição. A coleta ocorreu no dia 27/11/2013, e, após a coleta as sementes foram lavadas com água destilada, secas em papel toalha por 30 minutos e mantidas em câmaras úmidas – câmaras de Emanuéli (ARAÚJO; RANAL 2005). As sementes foram armazenadas secas em um saco de papel no dia 28/11/2013 em temperatura ambiente até o dia de instalação do experimento.

### Testes de germinação

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes cada. As sementes foram semeadas sobre papel filtro e mantidas em câmaras úmidas - câmaras de Emanuéli (ARAÚJO; RANAL 2005). A condução foi feita em câmara de germinação e desenvolvimento (Seedburo Equipment Company, modelo MPG - 2000), à 25 °C e fotoperíodo de 12 horas (12/12; D/L), sob luminosidade fluorescente contínua ( $3,41 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ). O critério de germinação adotado foi a protrusão do embrião, sendo realizada diariamente, no mesmo horário. A leitura final ocorreu após nenhuma semente germinada ter sido observada em um intervalo de 10 dias. As sementes que restaram foram descartadas.

## Características Avaliadas

As características avaliadas foram calculadas de acordo com Ranal e Santana (2006), incluindo germinabilidade (G), tempo para a primeira germinação ( $t_0$ ), tempo médio para germinação ( $\bar{t}$ ), tempo para a última germinação ( $t_f$ ), coeficiente de variação do tempo de germinação ( $CV_t$ ), velocidade média de germinação ( $\bar{v}$ ), incerteza (U), sincronia (Z) e amplitude do tempo de germinação ( $\lambda_t$ ).

Germinabilidade corresponde à habilidade que as sementes da amostra tem em findar o processo germinativo, por meio da protrusão embrionária que ocorre devido ao crescimento intraseminal do embrião (LABOURIAU 1983). O tempo médio de germinação é a média ponderada do tempo de germinação de sementes da amostra (RANAL; SANTANA 2006). A primeira e últimas germinações são extremos no tempo (mínimo e máximo, respectivamente) necessários para que o processo de germinação seja iniciado e finalizado. Coeficiente de variação do tempo de germinação é a dispersão do processo de germinação ao longo do tempo, o que permite inferir a uniformidade de germinação. A velocidade média de germinação é uma medição de velocidade pura, com um conceito semelhante ao usado para medir a velocidade de reações químicas (moléculas por tempo unidade) e, por isso, infere o metabolismo germinativo. No sentido físico, essa medida é uma frequência, uma vez que é o recíproco do tempo médio de germinação (RANAL; SANTANA 2006). O índice de sincronia ou sincronia avalia o grau de sobreposição da germinação; ao passo que a incerteza de germinação demonstra a variabilidade germinativa expressa pela frequência relativa do processo germinativo. Mais detalhes sobre estas características podem ser obtidos em Ranal e Santana (2006), e maiores explicações sobre expressões e cálculos intermediários podem ser observados em Ranal et al. (2009), que fornece informações complementares para calcular tais medidas de germinação. Utilizou-se a diferença entre a primeira e última germinação para determinar a amplitude do tempo de germinação, que demonstra a janela temporal do processo germinativo da amostra.

## Modelo hierárquico ou Análise de Nested

O processo germinativo das sementes foi estudado usando um modelo hierárquico (também chamado análise de nested) para dois níveis, sendo o ambiente o fator fixo e o indivíduo ou planta-mãe o fator aleatório, de acordo com:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + e_{k(ij)},$$

para  $i = 1, 2, 3, \dots, a; j = 1, 2, 3, \dots, b_i$  e  $k$   
 $= 1, 2, 3, \dots, r_{ij}$ ,

onde  $\mu$  é a média geral,  $\alpha_i$  é o efeito do ambiente  $i$ ,  $\beta_{j(i)}$  é o efeito do indivíduo  $j$  dentro do ambiente  $i$ ,  $e_{k(ij)}$  é o efeito associado ao residual,  $a$  é o número de indivíduos,  $b_i$  é o número de ambientes,  $r_{ij}$  é o número de replicações do  $i$ , e  $j$  é o indivíduo (FERREIRA et al. 2015). A parte da variância total atribuída à variância individual dentro de um ambiente foi calculada por quadrados médios. A análise aninhada foi processada com o software InfoStat (INSFOSTAT 2008).

As pressuposições do modelo foram verificadas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, para determinar a distribuição normal dos resíduos, e pelo teste de Levene, para homocedasticidade, ambos a 0,01 de significância. Toda vez que a transformação de dados não levou à ajustes da pressuposição, mas melhorou a probabilidade dos testes, optou-se pela estatística paramétrica (RIBEIRO-OLIVEIRA et al. 2018). A comparação da significância do modelo se deu via teste F de Snedecor, e as comparações múltiplas das médias foram viabilizadas pelo teste de Tukey, ambos 0,05 de significância.

## RESULTADOS

A germinabilidade, tempo médio e velocidade média de germinação de sementes de *Miconia albicans* foram afetados pela variabilidade intraespecífica (plantas-mãe) expressa dentro do ambiente (Tabela 1; Figura 2, a, b, c).

A germinabilidade apresentou maior variação entre os indivíduos estabelecidos em cerrado, com magnitude de 40% (Figura 2, a). Algumas plantas-mãe estabelecidas nessa fitofisionomia originaram 100% de sementes hábeis a germinar; enquanto outras promovem apenas 60%. A ampla variação intraespecífica no traço dentro do ambiente fez com que mesmo uma variação de 21,3% de germinabilidade não fosse detectada pelo teste estatístico. Por outro lado, a vereda promove menor variabilidade entre as plantas-mãe, com magnitude de 26,6% de germinabilidade (Figura 2, a). Nesta fitofisionomia, houve plantas formando sementes com 96% de germinabilidade e outras com 69,33%. As sementes da espécie oriundas de cerrado e vereda, em geral, são similares quanto à germinabilidade ( $81,47\% \leq G \leq 82,37\%$ ).

Para tempo médio da germinação, as sementes dos indivíduos estabelecidos no ambiente cerrado apresentaram resultados entre 5,0 e 7,6 dias (Figura 2, b); enquanto para as sementes

dos indivíduos estabelecidos em vereda esteve entre 5,8 e 7,8 dias (Figura 2, b). As sementes de *Miconia albicans* encontradas nos ambientes cerrado e vereda obtiveram resultados de tempo médio de germinação similares ( $6,1 \text{ dias} \leq \bar{t} \leq 6,7 \text{ dias}$ ; Figura 3, b).

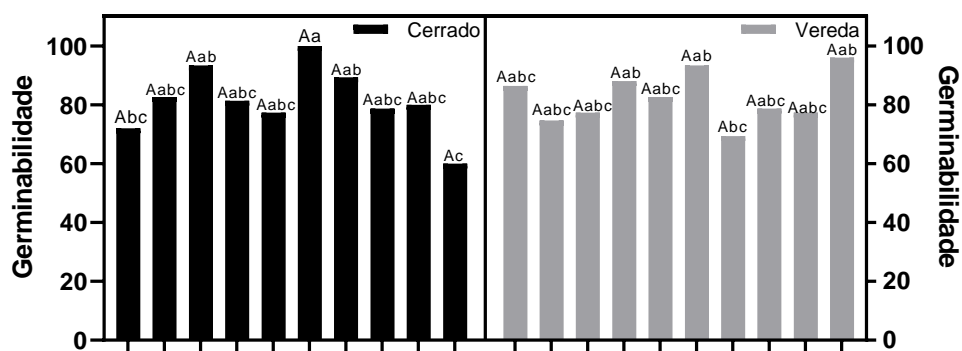
A velocidade média da germinação foi afetada pela variabilidade intraespecífica expressa pelo ambiente nos indivíduos de cerrado e vereda. As sementes dos indivíduos do cerrado obtiveram intervalo de variação de  $0,7 \text{ dia}^{-1}$ , com plantas-mãe produzindo sementes que variam entre 0,13 e  $0,20 \text{ dia}^{-1}$  (Figura 2, c). As sementes dos indivíduos da vereda, obtiveram intervalo de variação de  $0,4 \text{ dia}^{-1}$ , com resultados variando entre 0,13 e  $0,17 \text{ dia}^{-1}$  (Figura 2, c). O efeito do ambiente sobre a variabilidade intraespecífica para a velocidade média de germinação no cerrado e vereda foi relevante. Sementes produzidas em cerrado obtiveram maior velocidade média de germinação que àquelas de vereda ( $0,15 \text{ dia}^{-1} \leq \bar{v} \leq 0,16 \text{ dia}^{-1}$ ).

**Tabela 1.** Análise de variância de medidas de germinação de sementes de *Miconia albicans* Sw. Triana proveniente de indivíduos de ambientes cerrado e vereda.

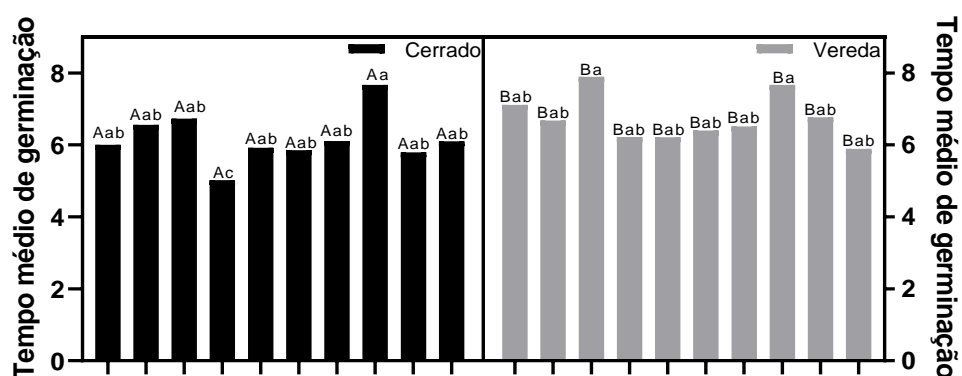
Pressuposições ANOVA		Medidas de Germinação									
		$t_0$ (dia)		$\bar{t}$ (dia)		$t_f$ (dia)		$CV_t$ (%)		$G$ (%)	
<i>KS</i>		0,14		0,16		0,27		0,14		0,11	
<i>(P)</i>		(0,00)		(0,00)		(0,00)		(0,00)		(0,07)	
<sup>1</sup> <i>F</i>		5,60		5,68		5,25		5,87		2,59	
<i>(P)</i>		(0,00)		(0,00)		(0,00)		(0,00)		(0,00)	
Fonte de Variação	GL	QM	<sup>2</sup> <i>F</i> ( <i>P</i> )	QM	<sup>2</sup> <i>F</i> ( <i>P</i> )	QM	<sup>2</sup> <i>F</i> ( <i>P</i> )	QM	<sup>2</sup> <i>F</i> ( <i>P</i> )	QM	<sup>2</sup> <i>F</i> ( <i>P</i> )
Ambiente	1	45,83	2,93 (0,09)	4,28	8,81 (0,00)	0,38	10,96 (0,16)	240,52	1,51 (0,22)	11,12	0,16 (0,69)
Indivíduo (Ambiente)	18	16,78	1,07 (0,41)	1,34	2,75 (0,00)	0,28	1,46 (0,16)	150,00	0,94 (0,53)	293,54	4,23 (0,00)
Resíduo	38	15,67	-	0,49	-	0,19	-	159,00	-	69,33	-
<i>CV</i> (%)		38,20		10,84		8,70		8,70		10,18	
Pressuposições ANOVA		$\bar{v}$ (dia <sup>-1</sup> )		$(\lambda_t)$ (dia)		<i>I</i> (bit)		<i>Z</i>			
<i>KS</i>		0,09		0,16		0,05		0,10			
<i>(P)</i>		(0,20)		(0,00)		(0,20)		(0,08)			
<sup>1</sup> <i>F</i>		3,52		5,37		2,10		1,34			
<i>(P)</i>		(0,00)		(0,00)		(0,02)		(0,21)			
Fonte de Variação	GL	QM	<sup>2</sup> <i>F</i> ( <i>P</i> )	QM	<sup>2</sup> <i>F</i> ( <i>P</i> )	QM	<sup>3</sup> <i>F</i> ( <i>P</i> )	QM	<sup>2</sup> <i>F</i> ( <i>P</i> )		
Ambiente	1	2,4x10 <sup>-3</sup>	11,71 (0,00)	37,88	2,39 (0,13)	0,03	0,13 (0,72)	9,0 x 10 <sup>-4</sup>	0,05 (0,81)		
Indivíduo (Ambiente)	18	7,4x10 <sup>-4</sup>	3,62 (0,00)	14,85	0,94 (0,54)	0,30	1,40 (0,18)	0,02	1,26 (0,26)		
Resíduo	38	2,0x10 <sup>-4</sup>	-	15,86	-	0,22	-	0,02	-		
<i>CV</i> (%)		9,03		74,99		27,84		35,09			

*KS*: Estatística do teste de Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup> para normalidade residual ( $P \geq 0.01$ ); <sup>1</sup>*F*: Estatística do teste de Levene para homogeneidade de variâncias ( $P \geq 0.01$ ); GL: Graus de Liberdade; QM: Quadrado Médio; <sup>2</sup>*F*: Estatística do teste de Tukey ( $P < 0.05$ );  $t_f$ : Tempo final de germinação;  $\bar{t}$ : Tempo médio de germinação;  $t_i$ : Tempo inicial de germinação; *CV*: coeficiente de variação do tempo de germinação; *I*: Incerteza do processo germinativo; *Z*: Sincronia da germinação;  $\bar{v}$ : velocidade média da germinação;. As análises estatísticas para caracteres foram baseadas em dados transformados por  $\sqrt{x}$  ou, no caso de dados percentuais por arco seno  $\sqrt{x/100}$ . C.V.: Coeficiente de variação.

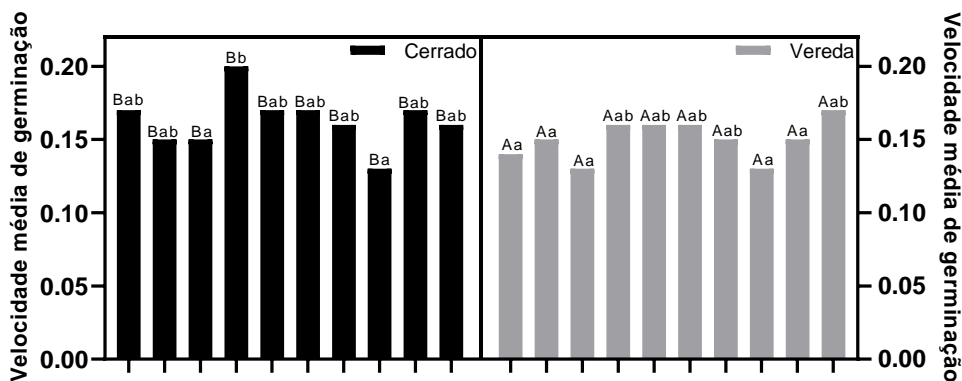
(a)



(b)

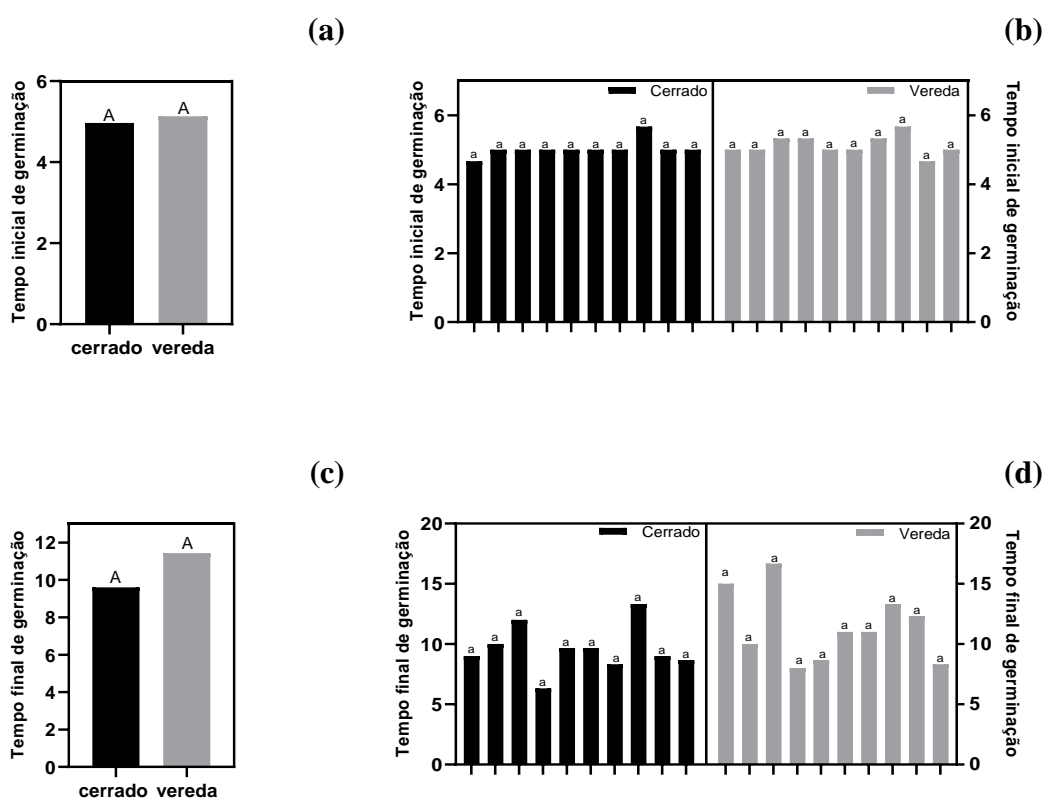


(c)



**Figura 2.** Germinabilidade (%) de sementes de indivíduos de *M. albicans* provenientes de cerrado e vereda (a). Tempo médio de germinação (dias) de sementes de indivíduos de *M. albicans* provenientes de cerrado e vereda (b). Velocidade média e germinação (dia<sup>-1</sup>) de sementes de indivíduos de *M. albicans* provenientes de cerrado e vereda (c). Letras maiúsculas representam ambientes, letras minúsculas representam indivíduos, colunas com letras iguais não diferem entre si em cada ambiente pelo teste de Tukey à 0,05.

As sementes dos indivíduos estabelecidos em cerrado e vereda iniciaram o processo germinativo em momentos similares, 4,6 dias e 5,6 dias após a semeadura, respectivamente. Para esta característica, em ambos os ambientes, a variabilidade intraespecífica não foi relevante ( $4,9 \text{ dias} \leq t_0 \leq 5,1 \text{ dias}$ ; Figura 3a e b). O tempo final de germinação das sementes oriundas de plantas-mãe estabelecidas em cerrado foi entre 6,3 a 13,3 dias; enquanto para as sementes oriundas de plantas estabelecidas em vereda o período foi de 8,0 a 16,6 dias. O efeito do ambiente sobre a variabilidade intraespecífica, expressa por tempo final de germinação, também não foi relevante. Houve variação de 2 dias entre plantas-mãe para esta medida ( $9,6 \text{ dias} \leq t_f \leq 11,4 \text{ dias}$ ; Figura 3c e d).

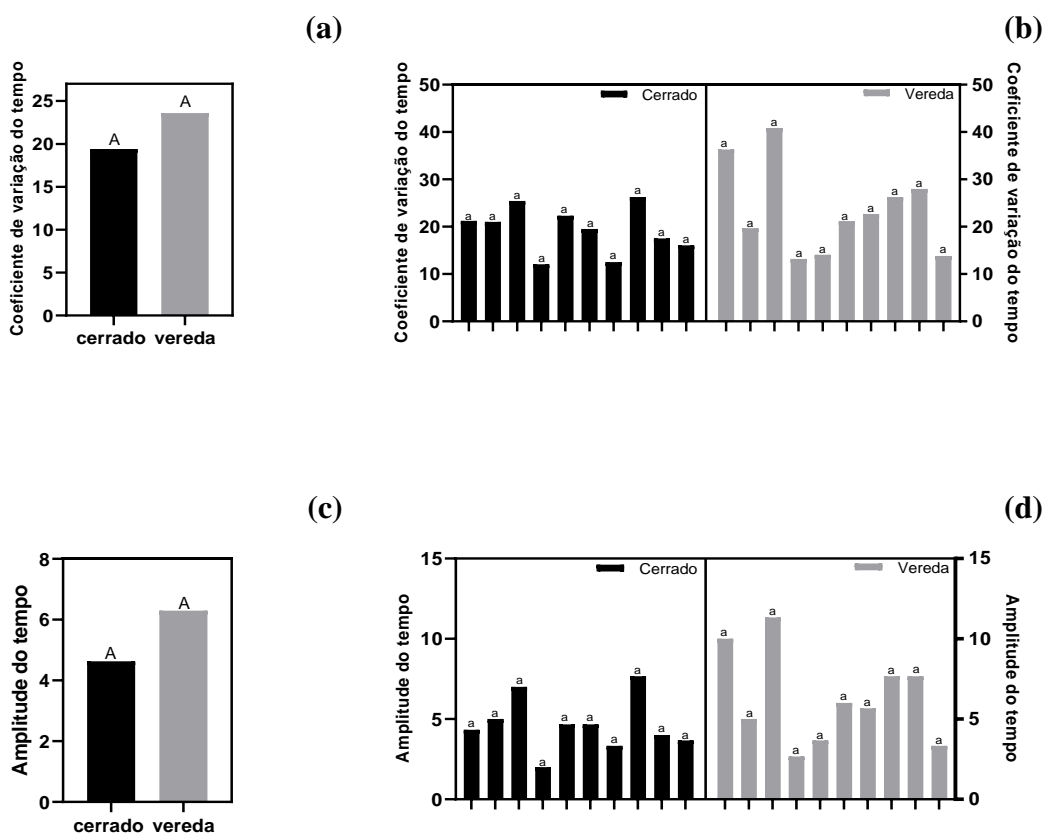


**Figura 3.** Média entre os ambientes de tempo inicial de germinação de sementes de indivíduos de *M. albicans* estabelecidos em cerrado e vereda (a), tempo final de germinação de sementes por indivíduos de *M. albicans* estabelecidos em cerrado e vereda (b). Tempo inicial de germinação de sementes de indivíduos de *M. albicans* estabelecidos em cerrado e vereda (c), tempo final de germinação de sementes de indivíduos de *M. albicans* estabelecidos em cerrado e vereda (d). Colunas com letras iguais não diferem entre si em relação aos ambientes cerrado e vereda pelo teste de Tukey à 0,05.



As sementes produzidas no cerrado apresentaram variação na uniformidade germinativa com intervalo de 14,2%, em que as plantas-mãe produziram indivíduos que apresentaram valores de coeficiente de variação de tempo entre 12,0% e 26,2. Na vereda, as sementes apresentaram intervalo de 27%, sendo a uniformidade germinativa entre 13,8% e 40,8%. Os dois ambientes são similares quanto ao coeficiente de variação do tempo de germinação ( $19,4\% \leq CV_t \leq 23,6\%$ ; Figura 4a e b).

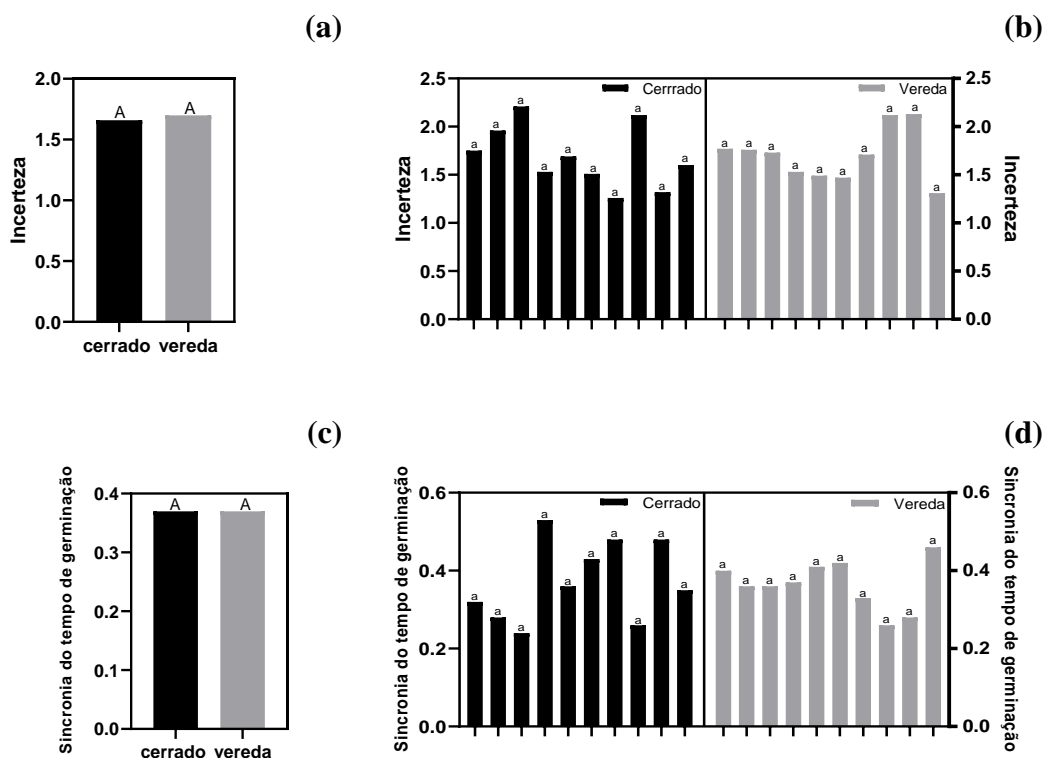
A janela entre a primeira e a última germinação das sementes provenientes de cerrado variou entre 2,0 e 7,6 dias, tendo intervalo de variação de 5,6 dias; enquanto as sementes provenientes de indivíduos da vereda variaram entre 3,3 e 11,3 dias, com intervalo de 8,0 dias. O efeito do ambiente sobre a amplitude do tempo de germinação foi similar ( $4,6 \leq \lambda_t \leq 6,3$ ; Figura 4c e d).



**Figura 4.** Média entre os ambientes de coeficiente de variação do tempo de germinação de sementes de indivíduos de *M. albicans* estabelecidos em cerrado e vereda (a). Amplitude do tempo de germinação de sementes por indivíduos de *M. albicans* estabelecidos em cerrado e vereda (b). Coeficiente de variação do tempo de germinação de sementes de indivíduos de *M. albicans* estabelecidos em cerrado e vereda (c), Amplitude do tempo de germinação de sementes por indivíduos de *M. albicans* estabelecidos em cerrado e vereda (d). Colunas com letras iguais não diferem entre si em relação aos ambientes cerrado e vereda pelo teste de Tukey à 0,05.

O processo germinativo, de forma geral, foi incerto, sendo que as sementes dos indivíduos de cerrado apresentaram intervalo de variação de 0,9 bits, com resultados entre 1,3 e 2,2 bits; enquanto as sementes dos indivíduos de vereda apresentaram intervalo de variação de 0,8 bits, com sementes variando a incerteza germinativa entre 1,3 e 2,1 bits. As sementes dos indivíduos coletados nos dois ambientes não apresentaram dissimilaridades quanto à incerteza do processo germinativo ( $1,6 \text{ bits} \leq I \leq 1,7 \text{ bits}$ ; Figura 5a e b).

Para a característica de sincronia do processo germinativo, as sementes dos indivíduos originários do cerrado alcançaram variação de 0,3, com indivíduos variando a sincronia germinativa entre 0,2 e 0,5. As sementes dos indivíduos da vereda alcançaram variação de 0,2, com indivíduos variando entre 0,2 e 0,4. Para a característica de sincronia do processo germinativo o efeito do ambiente foi igual tanto para cerrado quanto para vereda com 0,3 (Figura 5c e d).



**Figura 5.** Média entre os ambientes de incerteza do tempo de germinação de sementes de indivíduos de *M. albicans* estabelecidos em cerrado e vereda (a). Sincronia do tempo de germinação de sementes por indivíduos de *M. albicans* estabelecidos em cerrado e vereda (b). incerteza do tempo de germinação de sementes de indivíduos de *M. albicans* estabelecidos em cerrado e vereda (c), Sincronia do tempo de germinação de sementes por indivíduos de *M. albicans* estabelecidos em cerrado e vereda (d). Colunas com letras iguais não diferem entre si em relação aos ambientes cerrado e vereda pelo teste de Tukey à 0,05.

## DISCUSSÃO

Os resultados demonstram que *Miconia albicans* utiliza a variabilidade intraespecífica, expressa pelo efeito maternal na germinação de sementes, como mecanismo para se estabelecer na transição cerrado/vereda, o que é um fato interessante. Espécies da família Melastomataceae foram descritas como espécies que possuem, em sua maior porção, a forma de reprodução assexuada, com baixa variabilidade de pólen e frutos compostos por grande número de sementes, em sua maioria sem embriões (SANTOS et al. 2012; SILVEIRA et al. 2013). *M. albicans* se inclui nesse padrão, e apresenta diversidade genética alta, o que lhe proporciona ocupar um amplo território sob diferentes condições ambientais (CAETANO et al. 2018; DIAS et al. 2018). A espécie utiliza muito de seu material genético disponível e do ambiente vivenciado, transferindo aos descendentes as adaptações necessárias para a sobrevivência. A reprodução apomítica da espécie faz com que o efeito maternal seja essencial na relação ambiente-plantas, em função da mudança de fitofisionomia (MENDES-RODRIGUES; OLIVEIRA 2012; DIAS et al. 2021). Devido às alterações climáticas que tem afetado a vereda nos últimos anos, causando seu ressecamento (LOPES; SCHIAVINI 2007), a espécie se tornou bioindicador de áreas de Cerrado perturbadas, por alterar sua dinâmica populacional no curto período de tempo em um ambiente diferente àquele de estabelecimento ótimo (SANTOS et al. 2012; CAETANO et al. 2013; GONÇALVES et al. 2021). Esse fenômeno já foi investigado como uma ameaça à biodiversidade do Cerrado, levando ao estabelecimento de plantas invasoras (ALOFS; FOWLER 2013; RATAJCZAK et al. 2012). Por exemplo, na Estação Ecológica do Panga, isso pode ser demonstrado pela crescente dominância de *Miconia albicans*, uma espécie apomítica e supostamente invasora (DIAS et al. 2018) em formações de cerrado típico e denso. Indicando que esses recursos são traços fenotípicos que auxiliam no estabelecimento da espécie tanto no ambiente de ocorrência quanto em sua estratégia de conquista de novos ambientes.

Mesmo não tendo apresentado maior variação na amplitude do tempo de germinação e no  $CV_t$ , as sementes dos indivíduos provenientes de plantas-mãe de vereda estão adaptando o processo germinativo, modificando o pico germinativo para habilitar que plântulas se estabeleçam em tempo diferente ao do cerrado, fator que é intensificado, pois a vereda é mais úmida (ARAÚJO et al. 2002). Neste cenário, plântulas da espécie terão um período de tempo maior para se estabelecer ao longo do gradiente do Cerrado, justificando a ocupação de áreas como a vereda. No cerrado, entende-se que a espécie já está adaptada e os períodos de estiagem são mais longos (CARDOSO et al. 2009). Assim, as plântulas que se desenvolverem neste

período de estiagem tem maior risco a sobrevivência (SILVEIRA et al. 2013; LUDEWIG et al. 2014; LANNES et al. 2020). Em espécies de ambientes secos é comum a menor homogeneidade no tempo de germinação em comparação com espécies de ambientes mais úmidos, o que destoa dos resultados de coeficiente de variação do tempo ( $19,4\% \leq CV_t \leq 23,6\%$ ) aqui reportados (LUDEWIG et al. 2014; RANAL et al. 2016).

Os padrões para o sucesso da dominância são respostas fisiológicas ou adaptativas ao ambiente invadido (MEYER 1998; MENDES-RODRIGUES et al. 2019). Em savanas neotropicais, sementes de gramíneas africanas (invasora) mesmo tendo uma menor dispersão, possuem padrão temporal distinto daqueles utilizados por sementes de gramíneas nativas, o que favorece o estabelecimento da gramínea africana nas savanas neotropicais (XAVIER et al. 2021). *M. albicans* possui grande produção de frutos, que, em sua maioria, são dispersos por aves, tornando grande o potencial de competidora com as espécies locais, podendo alcançar o patamar de melastomatácea invasora (PARRINI 2011; DIAS et al. 2018).

A variação do processo germinativo das sementes de indivíduos de cerrado não apresentou diferença entre a variação das sementes de indivíduos de vereda, porém, ocorreu a interação envolvendo a variabilidade intraespecífica entre os indivíduos dentro de cada ambiente. A variabilidade intraespecífica de um indivíduo é a capacidade que este possui de reagir às variações ambientais através de adaptações de traços que permitam sua perpetuação, podendo esta variação ser a nível individual ou de população, o que os diferencia é a resposta em uma escala temporal de diferenças fenotípicas ou genotípicas (SANDQUIST; EHLERINGER 1997; ALBERT et al. 2011; HART; SCHREIBER; LEVINE 2016). Mudanças do ambiente são cruciais para a variação intraespecífica em uma espécie, por aumentar a habilidade sensorial sobre os componentes ambientais, como a temperatura, a escassez de água no solo, o excesso hídrico (inundações) ou a irradiância podem inibir ou induzir o desenvolvimento e estabelecimento de espécies do Cerrado (MANTOVANI; MARTINS 1988; QUARESMA et al. 2018). Isso torna a variabilidade entre espécimes requisitos fundamentais dentro da dinâmica das espécies, alterando processos fisiológicos desde a transição semente-plântula até o estabelecimento, com a reprodução bem-sucedida (MITCHELL; BAKKER 2014). Com *Miconia ferruginata* (DC) foi possível validar tal informação, pois os indivíduos sofreram alteração na germinabilidade devido a diferença em altitude e tipo de solo. Indivíduos estabelecidos em solos com baixo teor de alumínio (H+AL = 2,5) obtiveram germinabilidade menor (G = 1,0%) que os indivíduos estabelecidos em solos com maior teor de alumínio (H+AL = 7,0), (G = 34,5%); o que é justificado pela espécie ser acumuladora deste elemento (MENDES-RODRIGUES et al. 2010). Para os indivíduos de *M. albicans*, diferente do cerrado,

as veredas são ambientes com uma maior saturação (ARAÚJO et al. 2002) e isso pode ter influenciado na germinabilidade dos indivíduos de vereda, pois a espécie pode ter restrições quanto a quantidade de água disponível no solo para iniciar o processo germinativo. Caso o solo esteja muito saturado isso poderia inibir o processo.

No estudo com *M. albicans* não foi identificadas diferenças entre os ambientes para a característica germinabilidade ( $81,47\% \leq G \leq 82,37\%$ ), sendo encontradas diferenças entre os ambientes para tempo médio ( $6,1 \text{ dias} \leq \bar{t} \leq 6,7 \text{ dias}$ ) em indivíduos estabelecidos no ambiente cerrado e velocidade média ( $0,15 \text{ dia}^{-1} \leq \bar{v} \leq 0,16 \text{ dia}^{-1}$ ) em indivíduos estabelecidos no ambiente vereda, o que pode ser justificado por diferenças nas condições edáficas. Na Estação Ecológica do Panga, os solos possuem acidez média, com pH em torno de 5,0 e 5,9 e maiores teores de alumínio nas áreas de cerradão (MORENO; SCHIAVINI 2001). A vereda desta região foi subdividida em três faixas: borda, meio e fundo, sendo o fundo descrito como ambiente permanentemente saturado em água e rico em matéria orgânica. O meio da vereda é descrito como ambiente medianamente saturado em água, por ter uma redução da pluviosidade em parte do ano e a borda como ambiente com boa drenagem e solos mais claros, devido à proximidade com os demais ecótonos (ARAÚJO et al. 2002). Além disso, há diferenças de classificação nos solos de vereda, que podem ser do tipo Organossolos, Gleissolos Melânicos e Gleissolos Hápicos (EMBRAPA 2013). Desta forma, no período chuvoso, a água advinda do ribeirão avança lateralmente, provocando aumento no lençol freático e, assim, aumentando material orgânico, incluindo a deposição da serapilheira. Após o período chuvoso, ocorre a drenagem dessas regiões, porém, com água disponível no solo, ambiente propício para a instalação de espécies típicas de cerrado, demonstrando aptidão para adaptação a ambientes de transição, como a borda da vereda (CARDOSO; SCHIAVINI 2002; GUIMARÃES et al. 2002). É possível dizer que a borda da vereda propicia um ambiente mais úmido, porém sem alta saturação hídrica (ARAÚJO et al. 2002; MEIRELLES et al. 2002; SALAZAR et al. 2011; KISSMANN et al. 2012; SALES et al. 2013), favorecendo o avanço da espécie *M. albicans*, garantindo o estabelecimento das plântulas em outros habitats, unidos à perturbação seja por forças antrópicas; ou do próprio clima. Portanto, é possível dizer que o ambiente é mais relevante para o metabolismo germinativo que para as demais características germinativas.

*M. albicans*, para se estabelecer em um ambiente diferente do ambiente de origem, utilizou-se de alterações em sua plasticidade fenotípica. Para isso, o efeito maternal foi determinante, pois os indivíduos adultos impuseram às gerações futuras formas de se estabelecer na vereda em ressecamento, avançando sobre a borda e indo em direção ao fundo, devido temperaturas mais altas e escassez hídrica nos últimos anos (MORENO; SCHIAVINI

2001; LOPES; SCHIAVINI 2007). As plantas-mãe, ao identificarem o ambiente úmido por mais tempo, conseguem impor aos seus descendentes formas de utilizar os recursos disponíveis no habitat e torná-los aptos a germinar em qualquer período na vereda ao longo de todo o ano pela disponibilidade de água, fato que no cerrado não ocorre, pois o período sem chuvas no cerrado é definido pela escassez de água na superfície do solo. Diante disso, estudos apresentaram como as plantas-mãe impuseram à sua prole formas de adaptação à diferentes ambientes, seja pela quantidade de alumínio disponível no solo, como em *M. ferruginata* (MENDES-RODRIGUES et al. 2010); pelo ressecamento da vereda e avanço no cerrado como *M. fasciculata* Gardner (RANAL et al. 2016); ou, pela redução do volume hídrico nas veredas, proporcionando o avanço de *M. albicans* sobre ela (CARDOSO et al. 2009). Trabalhos sobre efeito maternal demonstraram como as experiências vivenciadas pelas plantas-mãe podem ser decisivas na formação dos descendentes (ROACH; WULFF 1987; DONOHUE 1999; BISCHOFF; MÜLLER-SCHÄRER 2010; VALENCIA-DIAZ; MONTANA 2005; MENDES-RODRIGUES et al. 2010; BASKIN; BASKIN 2019; VIVAS et al. 2020). A influência do efeito maternal nos indivíduos de *M. albicans* apareceu quando avaliamos as características que diferiram nos resultados. Para tempo médio de germinação a interação dos indivíduos e o ambiente foram influenciados pelo efeito maternal que determinou o momento em que a maior parte dos indivíduos de vereda iriam germinar, podendo ser uma forma de evitar competição com outras espécies já instaladas ou, uma forma de estabelecimento e sobrevivência.

Para os indivíduos de *M. albicans* de cerrado e vereda não foi possível observar diferenças entre os resultados de tempo inicial ( $4,9 \text{ dias} \leq t_0 \leq 5,1 \text{ dias}$ ) e tempo final ( $9,6 \text{ dias} \leq t_f \leq 11,4 \text{ dias}$ ). Por ser uma medida conservativa (RIBEIRO-OLIVEIRA et al. 2013, RIBEIRO-OLIVEIRA; RANAL 2016), a espécie tenta ampliar a variabilidade e a competição entre indivíduos, através da dispersão e o consequente estabelecimento em outros ambientes, sem uma rápida necessidade de iniciar ou finalizar o seu processo, visto que a vereda disponibiliza os recursos necessários para sua permanência. Quando certos fatores se combinam, como temperatura e luminosidade, é capaz de produzir, em uma determinada espécie, estímulos, para que altere suas respostas e assim se estabeleça (MORAN et al. 2016). O cerrado já disponibiliza um gradiente ambiental propício para a geminação do gênero *Miconia*, facilitando seu recrutamento e adaptação a outros ambientes (HARIDASAN 1988; LOMONACO; REIS 2007; OLIVEIRA et al. 2014). Estudos feitos com *Milium effusum* L. (Poaceae) identificaram que esta espécie consegue apresentar processos de monitoramento biológico da umidade dos solos e de temperaturas mais baixas para dispersar suas sementes e, então, germinar (DE FRENNE et al. 2014). Podemos relacionar o avanço de *M. albicans* como uma forma de monitoramento

desta espécie para áreas com maior umidade no solo como as veredas e, reforçar a influência da planta-mãe sobre a prole, seja para lugares com temperaturas mais amenas e, até mesmo, impor ao embrião desenvolvimento mais rápido sob essas condições (SNELL et al. 2019).

Foi possível verificar diferenças na velocidade do tempo de germinação, que foi maior na vereda que no cerrado. Isso indica que o processo germinativo das sementes oriundas de vereda finaliza seu processo germinativo mais rapidamente, indicando um metabolismo mais ativo no ambiente vereda que no ambiente cerrado. As espécies estão condicionadas a germinar somente após embebição, no cerrado isso ocorre logo após o início do período chuvoso (RANIERI et al. 2003); por outro lado espécies provenientes de locais úmidos utilizam da temperatura e luminosidade para iniciar o processo germinativo (SOUZA; JOLY 2017). Como *M. albicans* de vereda já está em um ambiente onde a umidade é frequente, assim que a dispersão ocorre, ela inicia o processo germinativo como resposta da espécie por ter umidade, disponibilidade de luz e temperatura adequada. Em ambos os ambientes, o processo germinativo obteve aproximadamente o mesmo intervalo temporal para concluir sua execução ( $4,6 \leq \lambda_t \leq 6,3$ ) e, neste intervalo ocorreu uma grande sobreposição dos eventos germinativos resultando em um processo síncrono ( $Z = 0,3$ ). O processo germinativo foi incerto ( $1,6 \text{ bits} \leq I \leq 1,7 \text{ bits}$ ) para vereda e cerrado, confirmando a tendência da família melastomatácea de formação de banco de sementes no solo, pois possuem germinação espalhada ao longo do tempo, o que contribui para a permanência da espécie no local e, possibilita que a semente inicie o processo germinativo em um melhor momento (SIMÃO et al. 2007; SILVEIRA et al. 2012; LANNES et al. 2020; LEAL FILHO et al. 2013; MIRANDA NETO et al. 2014; RANAL et al. 2016; SOUZA et al. 2020).

Como consequência das alterações climáticas que vem ocorrendo nos últimos anos, a vereda da Estação Ecológica do Panga reduziu o volume de água na superfície do solo da vereda, aumentando o ressecamento da borda e possibilitando o avanço de espécies do cerrado sentido restrito. *M. albicans* avançou sobre a borda da vereda, alterando sua variabilidade intraespecífica, adaptando seu processo germinativo e, conseqüentemente, aumentando o potencial de instalação neste ambiente. Pouco se sabe sobre o número populacional, porém é possível inferir que os indivíduos adultos já instalados impõe sobre a prole formas de se sobressair e até competir com as espécies ali existentes, tornando-a, além de uma espécie dominante no ambiente de vereda, uma bioindicadora de áreas de cerrado perturbadas. A espécie adaptou o processo germinativo na vereda para alterar o metabolismo do processo germinativo, a habilidade do processo e o momento em que maior parte das sementes dos indivíduos de vereda germinam. Mais estudos serão necessários para entender o impacto

populacional a nível de espécies que esta mudança pode causar, porém já é possível observar a boa aceitação da espécie ao novo ambiente.

## CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste estudo demonstram que o processo germinativo de sementes de indivíduos de *Miconia albicans* foi afetado pela variabilidade intraespecífica expressa através do efeito maternal, resultando em um avanço da espécie sobre o ambiente vereda. A espécie alterou seu padrão sobre a fisiologia da germinação para se estabelecer na vereda em ressecamento, adaptando o metabolismo do processo, a habilidade em findá-lo e o momento em que maior parte das sementes dos indivíduos de vereda germinam. Com isso, é possível inferir que *M. albicans* atua como bioindicadora de áreas de cerrado perturbadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, P. B., SALGUERO-GÓMEZ, R., COMPAGNONI, A., HSU, J. S., RAY-MUKHERJEE, J., MBEAU-ACHE, C., & FRANCO, M. (2014). Functional traits explain variation in plant life history strategies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(2), 740-745. <https://doi.org/10.1073/pnas.1315179111>

ALBERT, C. H., GRASSEIN, F., SCHURR, F. M., VIEILLEDENT, G., & VIOLLE, C. (2011). When and how should intraspecific variability be considered in trait-based plant ecology?. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 13(3), 217-225. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2011.04.003>

ALBUQUERQUE, L. B., AQUINO, F. G., COSTA, L. C., MIRANDA, Z. J., & SOUSA, S. R. (2013). Espécies de Melastomataceae Juss. com potencial para restauração ecológica de mata ripária no cerrado. *Polibotânica*, (35), 1-19. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1007817>

ALOFS, K. M., & FOWLER, N. L. (2013). Loss of native herbaceous species due to woody plant encroachment facilitates the establishment of an invasive grass. *Ecology*, 94(3), 751-760. <https://doi.org/10.1890/12-0732.1>

ALLEN, R. M., BUCKLEY, Y. M., & MARSHALL, D. J. (2008). Offspring size plasticity in response to intraspecific competition: an adaptive maternal effect across life-history stages. *The American Naturalist*, 171(2), 225-237. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/524952>

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.72, n.6, p.711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>



ARAÚJO, G. M., BARBOSA, A. A., ARANTES, A. A., & AMARAL, A. F. (2002). Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG. *Brazilian Journal of Botany*, 25(4), 475-493. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002012000012>

ARAÚJO, E.A.P., RANAL, M.A. (2005). Câmara úmida para germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas (Câmara de Emanuéli). *Instituto Nacional Da Propriedade Industrial Intellectual*, Brasil. PI0520543-3 A2.

BASKIN, J. M., & BASKIN, C. C. (2019). How much influence does the paternal parent have on seed germination?. *Seed Science Research*, 29(1), 1-11. DOI:10.1017/S0960258518000417

BAUGHMAN, O. W., AGNERAY, A. C., FORISTER, M. L., KILKENNY, F. F., ESPELAND, E. K., FIEGENER, R., ... & ST. CLAIR, J. B. (2019). Strong patterns of intraspecific variation and local adaptation in Great Basin plants revealed through a review of 75 years of experiments. *Ecology and Evolution*, 9(11), 6259-6275. <https://doi.org/10.1002/ece3.5200>

BEDETTI, C. S., AGUIAR, D. B., JANNUZZI, M. C., MOURA, M. Z., & SILVEIRA, F. A. (2011). Abiotic factors modulate phenotypic plasticity in an apomictic shrub [*Miconia albicans* (SW.) Triana] along a soil fertility gradient in a Neotropical savanna. *Australian Journal of Botany*, 59(3), 274-282. <https://doi.org/10.1071/BT10275>

BISCHOFF, A., & MÜLLER-SCHÄRER, H. (2010). Testing population differentiation in plant species—how important are environmental maternal effects. *Oikos*, 119(3), 445-454. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2009.17776.x>

CAETANO, A. P. S., SIMÃO, D. G., CARMO-OLIVEIRA, R., & OLIVEIRA, P. E. (2013). Diplospory and obligate apomixis in *Miconia albicans* (Miconieae, Melastomataceae) and an embryological comparison with its sexual congener *M. chamissois*. *Plant Systematics and Evolution*, 299(7), 1253-1262. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00606-013-0793-y>

CAETANO, A. P. S., CORTEZ, P. A., TEIXEIRA, S. P., OLIVEIRA, P. E., & CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (2018). Unusual diversity of apomictic mechanisms in a species of *Miconia*, Melastomataceae. *Plant Systematics and Evolution*, 304(3), 343-355. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00606-017-1480-1>

CARDOSO, E.; SCHIAVINI, I. (2002). Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). *Revista Brasileira de Botânica*, n.25, v.3, p.277-289. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000300004>

CARDOSO, E., MORENO, M. I. C., BRUNA, E. M., & VASCONCELOS, H. L. (2009). Mudanças fitofisionômicas no Cerrado: 18 anos de sucessão ecológica na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG. *Caminhos de Geografia*, 10(32).

CARREIRA, R. C., & ZAIDAN, L. B. P. (2003). Estabelecimento e crescimento inicial de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Schizocentron elegans* Meissn., sob fotoperíodos controlados. *Hoehnea*, 30(2), 155-161.

CASTRO, R. D., BRADFORD, K. J., & HILHORST, H. W. (2004). Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. Germinação: Do básico ao aplicado (AG Ferreira & F. Borghetti, eds.). *Artmed*, Porto Alegre, 51-68.

COCHRANE, A., YATES, C. J., HOYLE, G. L., & NICOTRA, A. B. (2015). Will among-population variation in seed traits improve the chance of species persistence under climate change?. *Global Ecology and Biogeography*, 24(1), 12-24. <https://doi.org/10.1111/geb.12234>

DE FRENNE, P., COOMES, D. A., DE SCHRIJVER, A., STAELENS, J., ALEXANDER, J. M., BERNHARDT-RÖMERMANN, M., ... & ECKSTEIN, R. L. (2014). Plant movements and climate warming: intraspecific variation in growth responses to nonlocal soils. *New Phytologist*, 202(2), 431-441. <https://doi.org/10.1111/nph.12672>

DEY, S., PROULX, S. R., & TEOTONIO, H. (2016). Adaptation to temporally fluctuating environments by the evolution of maternal effects. *PLoS biology*, 14(2), e1002388. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002388>

DIAS, A. C. C., SERRA, A. C., SAMPAIO, D. S., BORBA, E. L., BONETTI, A. M., & OLIVEIRA, P. E. (2018). Unexpectedly high genetic diversity and divergence among populations of the apomictic Neotropical tree *Miconia albicans*. *Plant Biology*, 20(2), 244-251. <https://doi.org/10.1111/plb.12654>

DIAS, A. C. C., MARINHO, R. C., SAMPAIO, D. S., BONETTI, A., & OLIVEIRA, P. E. (2021). Clone worth? Genetic diversity in obligate apomictic *Miconia albicans* (Melastomataceae). *Plant Biology*. <https://doi.org/10.1111/plb.13273>

DONOHUE, K. (1999). Seed dispersal as a maternally influenced character: mechanistic basis of maternal effects and selection on maternal characters in an annual plant. *The American Naturalist*, 154(6), 674-689. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/303273>

DONOHUE, K. (2009). Completing the cycle: maternal effects as the missing link in plant life histories. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1520), 1059-1074. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0291>

FERREIRA, W. R., RANAL, M. A., DE SANTANA, D. G., & NOGUEIRA, A. P. O. (2015). Germination and emergence measurements could group individuals and species?. *Brazilian Journal of Botany*, 38(3), 457-468. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40415-015-0153-y>

GONÇALVES, R. V. S., CARDOSO, J. C. F., OLIVEIRA, P. E., & OLIVEIRA, D. C. (2021). Changes in the Cerrado vegetation structure: insights from more than three decades of ecological succession. *Web Ecology*, 21(1), 55-64. <https://doi.org/10.5194/we-21-55-2021>

GUIMARÃES, A. J. M., ARAÚJO, G. M. D., & CORRÊA, G. F. (2002). Estrutura fitossociológica em área natural e antropizada de uma vereda em Uberlândia, MG. *Acta Botanica Brasílica*, 16(3), 317-329. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062002000300007>

HARIDASAN, M. (1988). Performance of *Miconia albicans* (sw.) triana, an aluminum-accumulating species, in acidic and calcareous soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 19(7-12), 1091-1103. <https://doi.org/10.1080/00103628809367997>

HART, S. P., SCHREIBER, S. J., & LEVINE, J. M. (2016). How variation between individuals affects species coexistence. *Ecology letters*, 19(8), 825-838. <https://doi.org/10.1111/ele.12618>

HOFFMANN, W. A., & FRANCO, A. C. (2003). Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. *Journal of Ecology*, 91(3), 475-484. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2003.00777.x>

HOYLE, G. L., STEADMAN, K. J., GOOD, R. B., MCINTOSH, E. J., GALEA, L. M., & NICOTRA, A. B. (2015). Seed germination strategies: an evolutionary trajectory independent of vegetative functional traits. *Frontiers in plant science*, 6, 731. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00731>

HUANG, Z., LIU, S., BRADFORD, K. J., HUXMAN, T. E., & VENABLE, D. L. (2016). The contribution of germination functional traits to population dynamics of a desert plant community. *Ecology*, 97(1), 250-261. <https://doi.org/10.1890/15-0744.1>

KISSMANN, C., TOZZI, H. H., MARTINS, S., & HABERMANN, G. (2012). Germination performance of congeneric *Styrax* species from the Cerrado sensu lato areas and their distribution pattern in different physiognomies. Flora-Morphology, Distribution, *Functional Ecology of Plants*, 207(9), 673-681. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2012.06.019>

LABORIAU, L. G., & VALADARES, M. B. (1976). On the germination of seeds of *Calotropis procera*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48, 174-186.

LABORIAU, L.G. A. (1983). Germinação das Sementes. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Washington.

LANNES, L. S., KARRER, S., TEODORO, D. A., BUSTAMANTE, M. M., EDWARDS, P. J., & VENTERINK, H. O. (2020). Species richness both impedes and promotes alien plant invasions in the Brazilian Cerrado. *Scientific reports*, 10(1), 1-9. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-68412-5>

LEAL FILHO, N., SENA, J. D. S., & SANTOS, G. R. D. (2013). Variações espaço-temporais no estoque de sementes do solo na floresta amazônica. *Acta Amazonica*, 43(3), 305-314. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672013000300006>

LOMÔNACO, C., & REIS, N. S. (2007). Produção de frutos e sementes em *Miconia fallax* DC.(Melastomataceae) e *Matayba guianensis* Aubl.(Sapindaceae) em duas áreas de Cerrado no Triângulo Mineiro. *Revista De Biologia Neotropical/Journal of Neotropical Biology*, 4(1), 13-20. <https://doi.org/10.5216/rbn.v4i1.4653>

LOPES, S. D. F., & SCHIAVINI, I. (2007). Dinâmica da comunidade arbórea de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Minas Gerais, Brasil. *Acta botanica brasílica*, 21(2), 249-261. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062007000200001>

LUDEWIG, K., ZELLE, B., ECKSTEIN, R. L., MOSNER, E., OTTE, A., & DONATH, T. W. (2014). Differential effects of reduced water potential on the germination of floodplain

grassland species indicative of wet and dry habitats. *Seed Science Research*, 24(1), 49. Doi:10.1017/S096025851300038X

MANTOVANI, W. A. L. D. I. R., & FR, M. (1988). Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu. *Rev bras bot*, 11, 101-12.

MEIRELLES, M. L., DE OLIVEIRA, R. C., VIVALDI, L. J., DOS SANTOS, A. R., & CORREIA, J. R. (2002). Espécies do estrato herbáceo e profundidade do lençol freático em áreas úmidas do cerrado. *Embrapa Cerrados-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/548509/1/bolpd25.pdf>

MENDES-RODRIGUES, C., ARAÚJO, F. P. D., BARBOSA-SOUZA, C., BARBOSA-SOUZA, V., RANAL, M. A., SANTANA, D. G. D., & OLIVEIRA, P. E. (2010). Multiple dormancy and maternal effect on *Miconia ferruginata* (Melastomataceae) seed germination, Serra de Caldas Novas, Goiás, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 33(1), 92-105. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042010000100009>

MENDES-RODRIGUES, C., & OLIVEIRA, P. E. (2012). Polyembryony in Melastomataceae from Brazilian Cerrado: multiple embryos in a small world. *Plant Biology*, 14(5), 845-853. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2011.00551.x>

MENDES-RODRIGUES, C. (2019). Are the Alien Species of Melastomataceae and Bombacoideae a Potential Risk for Brazilian Cerrado?. *Open Access Library Journal*, 6(01), 1. 10.4236/oalib.1105156

MENDONÇA, P. K. M., SILVA, E. A., & MELO, C. (2007). Oferta qualitativa e quantitativa de frutos em espécies ornitocóricas do gênero *Miconia* (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Biociências*, 5(S1), 672-674. <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/682/571>

MEYER, J. Y. (1998). Observations on the reproductive biology of *Miconia calvescens* DC (Melastomataceae), an alien invasive tree on the Island of Tahiti (South Pacific Ocean)1. *Biotropica*, 30(4),609-624. <https://doi.org/10.1111/j.17447429.1998.tb00101.x>

MIRANDA NETO, A., MARTINS, S. V., SILVA, K. D. A., & GLERIANI, J. M. (2014). Banco de sementes do solo e serapilheira acumulada em floresta restaurada. *Revista Árvore*, 38(4), 609-620. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000400004>

MIRANDA SANTOS, F. F., & MUNHOZ, C. B. R. (2012). Diversidade de espécies herbáceo-arbustivas e zonação florística em uma vereda no Distrito Federal. *Heringeriana*, 6(2),21-27. <http://revistas.jardimbotanico.ibict.br/index.php/heringeriana/article/view/27>

MITCHELL, R. M., & BAKKER, J. D. (2014). Intraspecific trait variation driven by plasticity and ontogeny in *Hypochaeris radicata*. *PLoS One*, 9(10), e109870. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109870>

MORAN, E. V., HARTIG, F., & BELL, D. M. (2016). Intraspecific trait variation across scales: implications for understanding global change responses. *Global Change Biology*, 22(1), 137-150. <https://doi.org/10.1111/gcb.13000>

MORENO, M. I. C., & SCHIAVINI, I. (2001). Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). *Brazilian Journal of Botany*, 24(4), 537-544.

ODUM, E. P., & SARMIENTO, F. O. (1998). *Ecología: el puente entre ciencia y sociedad* (No. Sirsi) i9789701019061). McGraw-Hill Interamericana.

OLIVEIRA, A. K. M., MOTA, C. M. G., & AGNES, D. C. (2014). Efeito de diferentes temperaturas na germinação de sementes e no crescimento inicial de plântulas de *Miconia albicans* (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 16(3), 755-759. [https://doi.org/10.1590/1983-084x/11\\_147](https://doi.org/10.1590/1983-084x/11_147)

OLIVEIRA, A. P., CAMPOS, A. R., SCHIAVINI, I., & RANAL, M. A. (2013) *Estrutura populacional de Miconia albicans (SW.) Triana (melastomataceae) em transição cerrado stricto sensu/vereda na Estação Ecológica do Panga*. 64º Congresso Nacional de Botânica. Belo Horizonte, MG.

PARRINI, R., & PACHECO, J. F. (2011). Frugivoria por aves em seis espécies arbóreas do gênero *Miconia* (Melastomataceae) na Mata Atlântica do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Região Sudeste do Brasil. *Atualidades Ornitológicas*, 159(1), 51-58.

QUARESMA, C. C., PEREZ FILHO, A., DE OLIVEIRA BARBOSA, P., DE MORAES, M. B., & LÄMMLE, L. (2018). Influências da Textura e Temperatura dos Solos Sobre a Regeneração do Cerrado na Estação Ecológica de Jataí–Luiz Antônio/SP-Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, 36, 141-154. DOI: <https://doi.org/10.11606/rdg.v36i0.149301>

RANAL, M. A., & SANTANA, D. G. D. (2006). How and why to measure the germination process?. *Brazilian Journal of Botany*, 29(1), 1-11. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000100002>

RANAL, M. A., SANTANA, D. G. D., FERREIRA, W. R., & MENDES-RODRIGUES, C. (2009). Calculating germination measurements and organizing spreadsheets. *Brazilian Journal of Botany*, 32(4), 849-855. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042009000400022>

RANAL, M.A.; MENDES-RODRIGUES, C.; TEIXEIRA, W.F.; OLIVEIRA, A.P.; ROMERO, R. (2016). Seed germination of *Microlicia fasciculata*, an apomictic and aluminium accumulator species: Unexpected intraspecific variability in a restricted Neotropical savanna area. *Flora*, v.220, p.8-16. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2016.02.001>

RANIERI, B. D., LANA, T. C., NEGREIROS, D., ARAÚJO, L. M., & FERNANDES, G. W. (2003). Germinação de sementes de *Lavoisiera cordata* Cogn. e *Lavoisiera francavillana* Cogn. (Melastomataceae), espécies simpátricas da Serra do Cipó, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 17(4), 523-530. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062003000400005>

RATAJCZAK, Z., NIPPERT, J. B., & COLLINS, S. L. (2012). Woody encroachment decreases diversity across North American grasslands and savannas. *Ecology*, 93(4), 697-703. <https://doi.org/10.1890/11-1199.1>

- RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P., RANAL, M. A., & SANTANA, D. G. D. (2013). A amplitude amostral interfere nas medidas de germinação de *Bowdichia virgilioides* Kunth?. *Ciência Florestal*, 23(4), 623-634. <https://doi.org/10.5902/1980509812346>
- RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P., & RANAL, M. A. (2016). Sample size in studies on the germination process. *Botany*, 94(2), 103-115. <https://doi.org/10.1139/cjb-2015-0161>
- RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P., SANTANA, D. G. D., PEREIRA, V. J., & SANTOS, C. M. D. (2018). Data transformation: an underestimated tool by inappropriate use. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 40. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.35300>
- RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P., SILVEIRA, L. E., PINTO, L. V., SILVA, E. A., & HILHORST, H. W. (2021). Clues on an intraspecific communication system in seed-seedling transition. *Physiologia Plantarum*. <https://doi.org/10.1111/ppl.13379>
- ROACH, D. A., & WULFF, R. D. (1987). Maternal effects in plants. *Annual review of ecology and systematics*, 18(1), 209-235. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.18.110187.001233>
- SALAZAR, A., GOLDSTEIN, G., FRANCO, A. C., & MIRALLES-WILHELM, F. (2011). Timing of seed dispersal and dormancy, rather than persistent soil seed-banks, control seedling recruitment of woody plants in Neotropical savannas. *Seed Science Research*, 21(2), 103. DOI:10.1017/S0960258510000413
- SALES, N. M., PÉREZ-GARCÍA, F., & SILVEIRA, F. A. O. (2013). Consistent variation in seed germination across an environmental gradient in a Neotropical savanna. *South African Journal of Botany*, 87, 129-133. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2013.04.001>
- SANDQUIST, D. R., & EHLERINGER, J. R. (1997). Intraspecific variation of leaf pubescence and drought response in *Encelia farinosa* associated with contrasting desert environments. *New Phytologist*, 135(4), 635-644. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.1997.00697.x>
- SANTOS, A. P. M., FRACASSO, C. M., LUCIENE DOS SANTOS, M., ROMERO, R., SAZIMA, M., & OLIVEIRA, P. E. (2012). Reproductive biology and species geographical distribution in the Melastomataceae: a survey based on New World taxa. *Annals of Botany*, 110(3), 667-679. <https://doi.org/10.1093/aob/mcs125>
- SANTOS, M. A. F., DA SILVA, M. A. P., MENDONÇA, A. C. A. M., & SEIXAS, E. N. C. (2017). *Miconia*: potencialidades alelopáticas como ferramenta para conservação. *Cadernos de Cultura e Ciência*, 16(1), 33-42. <http://periodicos.urca.br/ojs/index.php/cadernos/article/view/1436>
- SANTOS, E. V., GUILHERME, F. A. G., BARBOSA, G. R. B., & CARNEIRO, S. E. S. (2018). Morfopedologia, composição florística e fitossociologia em uma vereda no sudoeste de Goiás. *Geoambiente on-line*, (31). <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i31.51776>
- SCHMUTHS, H., BACHMANN, K., WEBER, W. E., HORRES, R., & HOFFMANN, M. H. (2006). Effects of preconditioning and temperature during germination of 73 natural accessions of *Arabidopsis thaliana*. *Annals of botany*, 97(4), 623-634. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl012>
- SCHIAVINI I.; ARAÚJO G.M. (1989). Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia- MG). *Revista Sociedade & Natureza*, v.1, n.1, p.61-6.

SILVEIRA, F. A., RIBEIRO, R. C., OLIVEIRA, D. M., FERNANDES, G. W., & LEMOS-FILHO, J. P. (2012). Evolution of physiological dormancy multiple times in Melastomataceae from Neotropical montane vegetation. *Seed Science Research*, 22(1), 37. DOI:10.1017/S0960258511000286

SILVEIRA, F. A., FERNANDES, G. W., & LEMOS-FILHO, J. P. (2013). Seed and Seedling Ecophysiology of Neotropical Melastomataceae: Implications for Conservation and Restoration of Savannas and Rainforests1. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 99(1), 82-99. <https://doi.org/10.3417/2011054>

SIMÃO, E., NAKAMURA, A. T., & TAKAKI, M. (2007). Época de colheita e capacidade germinativa de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn.(Melastomataceae). *Biota Neotropica*, 7(1), 0-0. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032007000100009>

SNELL, R. S., BECKMAN, N. G., FRICKE, E., LOISELLE, B. A., CARVALHO, C. S., JONES, L. R., ... & SULLIVAN, L. L. (2019). Consequences of intraspecific variation in seed dispersal for plant demography, communities, evolution and global change. *AoB Plants*, 11(4), plz016. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plz016>

SOLOS, E. (2013). Sistema brasileiro de classificação de solos. *Centro Nacional de Pesquisa de Solos*: Rio de Janeiro.

SOUZA, S.C.P.M & JOLY, C.A (2017). A influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Bathysa australis* (A.St.-Hil.) K.Schum. (RUBIACEAE). *Rev. Inst. Flor.* v. 29 n. 2 p. 227-237. <http://dx.doi.org/10.24278/2178-5031.201729207>

SOUZA, B. L. D., RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P., BRAVO, J. P., DIAS, G. F., & SILVA, E. A. A. D. (2020). What happens when the rain is back? A hypothetical model on how germination and post-germination occur in a species from transient seed banks. *PloS one*, 15(2), e0229215. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229215>

VALENCIA-DÍAZ, S., & MONTAÑA, C. (2005). Temporal variability in the maternal environment and its effect on seed size and seed quality in *Flourensia cernua* DC. (Asteraceae). *Journal of arid environments*, 63(4), 686-695. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.03.024>

VIVAS, M., WINGFIELD, M. J., & SLIPPERS, B. (2020). Maternal effects should be considered in the establishment of forestry plantations. *Forest Ecology and Management*, 460, 117909. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117909>

XAVIER, R. O., CHRISTIANINI, A. V., PEGLER, G., LEITE, M. B., & SILVA-MATOS, D. M. (2021). Distinctive seed dispersal and seed bank patterns of invasive African grasses favour their invasion in a neotropical savanna. *Oecologia*, 1-15. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00442-021-04904-z>

WRIGHT, I. J., REICH, P. B., & WESTOBY, M. (2001). Strategy shifts in leaf physiology, structure and nutrient content between species of high-and low-rainfall and high-and low-nutrient habitats. *Functional Ecology*, 15(4), 423-434. <https://doi.org/10.1046/j.0269-8463.2001.00542.x>

## **CAPÍTULO II**

**Trocas gasosas de *Miconia albicans* (Sw.) Triana em área de cerrado  
sentido restrito e vereda no Triângulo Mineiro**



## RESUMO

As savanas neotropicais são ambientes representados por diversas fitofisionomias, entre elas, encontramos ecótonos como o cerrado sentido restrito e as veredas, distintos nos aspectos ambientais como disponibilidade de água e nutrientes no solo, assim como na composição de espécies. O gênero *Miconia* possui algumas espécies que conseguem se estabelecer em ambos os ambientes, apresentando diferentes adaptações em suas respostas. *Miconia albicans*, espécie amplamente distribuída no cerrado sentido restrito, foi também encontrada na borda da vereda na Estação Ecológica do Panga, ambiente que atualmente perde representatividade devido ao histórico de perturbação no entorno da unidade de conservação. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência fotossintética e as trocas gasosas da espécie de *M. albicans* no ambiente úmido alterado da vereda e verificar a relevância da espécie como modelo biológico de bioindicação de áreas de úmidas perturbadas. O trabalho foi conduzido com indivíduos reprodutivos presentes no cerrado sentido restrito e na borda de vereda, sendo os dados coletados nas estações seca e chuvosa nos anos de 2012 e 2013. Foi avaliado o curso diário das características fotossintéticas, com 5 medições ao longo do dia entre 07:30 h e 16:50 h, sendo realizado na 2ª folha mais expandida e sadia de cada indivíduo selecionado. As características avaliadas foram: radiação fotossinteticamente ativa (PAR), temperatura da superfície da folha (T), taxa de transpiração (E), condutância estomática (Gs), concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (Ci), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A), eficiência instantânea no uso da água (A/E) e eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci). *Miconia albicans* apresentou maior eficiência nas trocas gasosas na vereda para as variáveis de taxa de transpiração, concentração intercelular de CO<sub>2</sub> e eficiência instantânea no uso da água em comparação ao cerrado sentido restrito. Entre as estações, a espécie possui maior eficiência para a variável temperatura na superfície da folha no período seco e, no período chuvoso para taxa de transpiração, condutância estomática, concentração intercelular de CO<sub>2</sub> e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. Mais estudos ainda são necessários para identificar o impacto do avanço e dominância sobre o ambiente vereda e o que isso pode acarretar para as espécies deste ambiente.

**Palavras-chave:** Melastomataceae, trocas gasosas, fotossíntese, savana, áreas úmidas.

## ABSTRACT

Neotropical savannas are environments represented by different phytophysiognomies, among them, we find ecotones such as the cerrado restricted sense and palm swamp, which differ in environmental aspects such as availability of water and nutrients in the soil, as well as in species composition. The genus *Miconia* has some species that manage to establish themselves in both environments, showing different adaptations in their responses. *Miconia albicans*, a species widely distributed in the cerrado restricted sense, was also found on the edge of the palm swamp at the Estação Ecológica do Panga, an environment that currently loses representation due to the history of disturbance in the surroundings of the conservation unit. The aim of this study was to evaluate the photosynthetic efficiency and gas exchange of the species *M. albicans* in the altered humid environment of the palm swamp and verify the relevance of the species as a biological model for bioindication of disturbed wetlands. The work was conducted with reproductive individuals present in the cerrado restricted sense and on the edge of the palm swamp, and data were collected in the dry and rainy seasons in the years 2012 and 2013. The daily course of photosynthetic characteristics was evaluated, with 5 measurements throughout the day between 7:30 am and 4:50 pm, being performed on the second more expanded and healthier leaf of each selected individual. The characteristics evaluated were: photosynthetically active radiation (PAR), leaf surface temperature (T), transpiration rate (E), stomatal conductance (Gs), intercellular CO<sub>2</sub> concentration (Ci), CO<sub>2</sub> assimilation rate (A), instantaneous water use efficiency (A/E) and instantaneous carboxylation efficiency (A/Ci). *Miconia albicans* showed greater efficiency in gas exchange on the palm swamp for the variables of transpiration rate, intercellular concentration of CO<sub>2</sub> and instantaneous efficiency in water use compared to cerrado stricto sense. Between seasons, the species has greater efficiency for the variable temperature on the leaf surface in the dry period and, in the rainy period for transpiration rate, stomatal conductance, intercellular concentration of CO<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> assimilation rate. More studies are still needed to identify the impact of advancement and dominance on the palm swamp environment and what this can entail for species in this environment.

**Key words:** Melastomataceae, gas exchange, photosynthesis, savana, wetlands.

## INTRODUÇÃO

Dentro do mosaico de fitofisionomias que temos nas savanas neotropicais o Cerrado nos apresenta uma vegetação rica em espécies e possui uma comunidade complexa, com estratégias adaptativas para o período longo de seca e ambientes propensos ao fogo. Devido à forte sazonalidade climática com duas estações bem definidas e disponibilidade reduzida de nutrientes, as espécies ali existentes desempenham excelente papel na utilização do sistema solo-água. Em meio a isso, as veredas, ambientes úmidos e encharcados, se formam ao longo de leitos de córregos, riachos e cabeceira dos cursos d'água, e possuem afloramentos de água que se tornam refúgio fauno-florístico para manter as demais fitofisionomias do Cerrado. Nestes ambientes o lençol freático fica muito próximo da superfície. É comum encontrar entre a vereda e o cerrado sentido restrito ambientes de transição ou bordas de vereda, as quais possuem condições edáficas que apresentam variação na composição e formação do solo, vegetação e umidade, variando de acordo com os ecossistemas que se misturam (FRANCO 2002; FERREIRA 2003; FRANCO et.al 2008; BASTOS; FERREIRA 2010; DOS SANTOS et al. 2013).

Algumas espécies pertencentes ao cerrado sentido restrito não são tolerantes a certos níveis de umidade do solo, e as espécies, então, utilizam de seus mecanismos para se adaptar ao novo cenário. Vários são os estudos sobre a relação de adaptabilidade das espécies com o clima, solo e disponibilidade de água. A baixa umidade e a alta temperatura podem causar danos ao sistema fotoquímico, e, para se prevenirem, as plantas do cerrado adequam a abertura de estômatos e a absorção de água pelas raízes para se manterem hidratadas. As espécies *Caryocar brasiliense*, *Kielmeyera coriacea*, *Qualea parviflora* e *Styrax ferrugineus*, por exemplo, reduzem sua área foliar e, assim, conseguem aumentar ou manter a taxa de transpiração em períodos de seca (JOLY; CRAWFORD 1992; FRANCO et al. 2005; FRANCO et al. 2007; HARIDASAN 2008; PALHARES et al. 2010; ADLER et al. 2014). Plantas de ambientes heterogêneos podem ajustar suas folhas com modificações morfológicas como tamanho das folhas, cutículas mais finas ou mais grossas e aumento de tricomas. As plantas adaptadas a diferentes mosaicos desenvolvem a plasticidade fenotípica, mecanismo comumente usado por espécies do Cerrado (BAQUEDANO et.al 2008; ROSSATTO; KOLB 2009; BEDETTI et al. 2011).

Para se manter e perpetuar sua espécie a plasticidade fenotípica tem papel importante na biodiversidade das populações, diferenciando através de variações em nível intraespecífico, as espécies alteram por meios morfológicos e fisiológicos como resposta ao ambiente instalado

(RIBEIRO; RODRIGUES 2006). Tal fator se torna fundamental para entender a dinâmica das populações de um ecótono e, como a genética contribui para tal resultado. Respostas plásticas ou adaptativas são muitas vezes encontradas em ambientes heterogêneos, favorecendo a ideia de adaptação (ROCHA FILHO; LOMÔNACO 2006).

Em certos casos, espécies de um gradiente, encontram formas de se instalar em outro gradiente ambiental, utilizando dos ambientes de transição para iniciar o seu processo adaptativo e, assim, poder se instalar no novo ambiente. A exemplo temos algumas espécies de melastomatáceas que se adaptaram em cerrado e em vereda ao longo de um gradiente. *Lavoisiera bergii* Cogn., *Macairea radula* (Bonpl.) DC. e *Trembleya parviflora* (D. Don) Cogn conseguiram adaptar suas folhas com alteração na epiderme e mesófilo e, assim, se instalarem em um ambiente com grande disponibilidade de água (BASTOS; FERREIRA 2010; SOMAVILLA; GRACIANO-RIBEIRO 2011).

Melastomataceae está presente em grande parte das savanas neotropicais, possuem tendência em variar sua morfologia e anatomia, com alto grau de plasticidade fenotípica, e, em alguns casos, podem ser consideradas plantas dominantes (ALBUQUERQUE et al. 2013; SILVEIRA; OLIVEIRA 2013; ROMERO; MARTINS 2002). O gênero *Miconia* está distribuído em grande parte da América Central e América do Sul, possui alto grau de adaptabilidade (característica que torna este grupo ponto de estudo de diversos pesquisadores) e suas plântulas se adaptam facilmente a ambientes degradados, seja por antropotização ou mudanças causadas pela alteração climática (GOLDENBERG 2004; SANTOS et al. 2017). Por exemplo, adaptações como ângulo foliar, distância da veia principal até a margem, comprimento do pecíolo foram encontradas sob condições diferentes em *Miconia sellowiana* (BOEGER et al. 2009). *Miconia fallax* consegue se manter sempre verde alternando a queda das folhas ao longo de todo ano mesmo na estação seca em ambientes distintos de cerrado. *Miconia nervosa* apresentou variações significativas na maioria dos critérios morfoanatômicos em ambientes de sol e sombra (LENZA; KLINK 2006; MÜLLER et al. 2020).

No bioma Cerrado, *Miconia albicans* geralmente ocorre em áreas de cerrado sentido restrito e bordas de florestas. Entretanto, esta espécie também é encontrada em ambientes alterados (ARAÚJO et al. 2002), como áreas de vereda em ressecamento, o que a torna potencial bioindicadora de áreas úmidas perturbadas. Na área de estudo, as veredas perderam representatividade, visto que grande parte de suas extensões foram ocupadas por vegetação arbórea mais densa, possivelmente como resultado do abaixamento do lençol freático local (CARDOSO et al. 2009). Por esta espécie conseguir se adaptar a ambientes diversificados, tem-se por hipótese que as trocas gasosas e assimilação fotossintética da espécie se mantenham

estáveis durante todo o ano quando instaladas em solos mal drenados como a borda da vereda, corroborando assim para o avanço e domínio da espécie nas veredas em ressecamento. Com isso, o objetivo deste estudo é apresentar a eficiência fotossintética da espécie em solos mal drenados e a relevância de *M. albicans* como modelo biológico e bioindicador de áreas perturbadas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O estudo foi realizado em duas fitofisionomias adjacentes, sendo cerrado sentido restrito e vereda, na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG. A Estação ocupa 409,5 ha, com altitude média de 800 m e pertence à Universidade Federal de Uberlândia desde 1986, constituindo uma unidade de conservação na categoria de Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN (SCHIAVINI; ARAÚJO 1989). É uma área representativa das fitofisionomias do bioma Cerrado do Brasil Central, onde vários tipos florestais e savânicos podem ser encontrados, tais como mata de galeria, cerradão, cerrado sentido restrito, campo cerrado, campo sujo, campos úmidos e veredas (CARDOSO; SCHIAVINI 2002).

O clima predominante na região, segundo a classificação de Köppen, é o Aw, com verão quente e úmido de outubro a março, e inverno frio e seco de abril a setembro (ALVARES et al. 2013). O solo das áreas de cerrado sentido restrito da Estação Ecológica do Panga é, predominantemente, Latossolo Vermelho-Amarelo, profundo e com textura granular média, acidez média e maiores teores de alumínio (MORENO; SCHIAVINI 2001; CARDOSO et al. 2009). Os solos das áreas de vereda são subdivididos em saturado em água ao fundo e rico em matéria orgânica, saturação hídrica média ao meio e pouco saturado em água na borda, com solos mais claros do que o fundo devido a transição com demais ambientes (ARAÚJO et al. 2002).

### **Espécie estudada**

*Miconia albicans* (Sw.) Triana (Melastomataceae) apresenta padrão amplo de distribuição geográfica, com ocorrência na região Neotropical, mais especificamente na América Latina (REZENDE et al. 2014). Este padrão de distribuição é justificado em

decorrência da dispersão facilitada por aves devido à presença de frutos bacáceos (PARRINI; PACHECO 2011), da ocorrência de apomixia (GOLDENBERG; SHEPHERD 1998), além do fato da espécie ser pioneira (ELLISON et al. 1993), apresentando sobreposição total ou parcial de habitats (HIGUCHI et al. 2011).

### Coleta dos dados

Os dados foram coletados em duas estações, compreendendo a estação seca (11, 13 e 14 de setembro de 2012) e a estação chuvosa (26 e 28 de fevereiro de 2013), em duas fitofisionomias adjacentes (cerrado sentido restrito e vereda) localizadas na Estação Ecológica do Panga.

A caracterização climática da área de estudo foi realizada a partir da base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) relativa à estação automática A507, localizada na cidade de Uberlândia, MG. Foram analisadas as médias dos dados de temperatura e precipitação dos anos de 2012 e 2013. A coleta dos dados do microclima (umidade relativa do ar e temperatura do ar) nas duas fitofisionomias foi realizada com termo-higrômetro digital (Instrutherm HT- 270). As medições foram realizadas a 1,50 metros do solo nas estações seca e chuvosa.

A avaliação da atividade fotossintética foi realizada na borda da vereda e no cerrado sentido restrito adjacente, em cinco indivíduos adultos reprodutivos apresentando floração, ou onde a floração foi constatada de *Miconia albicans* em cada fitofisionomia, totalizando dez indivíduos. Cursos diários das trocas gasosas foram feitos nas estações seca e chuvosa nas duas fitofisionomias. Para a avaliação do curso diário das características fotossintéticas, as medidas foram feitas entre 07:30 h e 16:50 h (Tabela 1), sendo realizadas na 2ª folha mais expandida e sadia do indivíduo selecionado, a partir do ápice. Foram realizadas três medições por folha, sendo que a média entre estas foi considerada uma medida.

**Tabela 1.** Horários de avaliação do curso diário das características fotossintéticas para os indivíduos de *Miconia albicans* presentes nas fitofisionomias de cerrado sentido restrito e vereda, durante as estações seca (setembro de 2012) e chuvosa (fevereiro de 2013), na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG.

Horário	SETEMBRO 2012		FEVEREIRO 2013	
	Cerrado	Vereda	Cerrado	Vereda
1	08:30	07:30	08:00	09:00
2	09:30	09:30	10:00	11:00
3	11:00	11:30	12:00	12:50
4	15:00	15:00	14:00	14:30
5	16:50	16:00	16:00	16:50

A radiação fotossinteticamente ativa, na faixa de 400-700 nm (PAR -  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), a temperatura da superfície da folha ( $T$  -  $^{\circ}\text{C}$ ), a taxa de transpiração ( $E$  -  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), a condutância estomática ( $g_s$  -  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), a concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$  -  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) e a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$  -  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) foram avaliadas utilizando-se um analisador de trocas gasosas portátil (Infra-Red Gas Analyser - IRGA, modelo LCpro-SD da ADC, Inglaterra) acoplado a uma câmara foliar ( $6,25 \text{ cm}^2$  de área) que mede a concentração de  $\text{CO}_2$  e de vapor de água por radiação infravermelha. O sistema de trocas gasosas do aparelho é aberto, de maneira que o fluxo de ar novo seja contínuo. A eficiência instantânea no uso da água ( $A/E$  -  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e a eficiência instantânea de carboxilação ( $A/C_i$  -  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ ) foram calculadas a partir dos valores de  $A$ ,  $E$  e  $C_i$ .

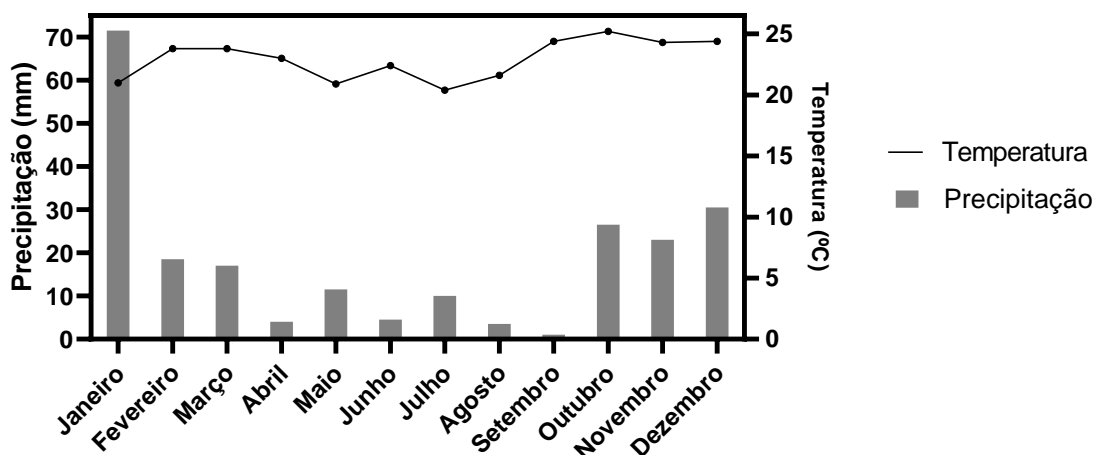
### **Análise dos dados**

Para a análise estatística foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para a normalidade dos dados, com significância de 0,05. Quando necessário, os dados foram submetidos à transformação para atender a essa premissa estatística. ANOVA de dois fatores foi realizada para comparar as medidas da avaliação da atividade fotossintética (PAR,  $T$ ,  $E$ ,  $G_s$ ,  $C_i$ ,  $A$ ,  $A/E$  e  $A/C_i$ ) entre as estações (seca e chuvosa), os ambientes (cerrado sentido restrito e vereda) e os horários (1, 2, 3, 4 e 5) com significância de 0,05. Todas as análises foram realizadas no software InfoStat (INFOSTAT 2008).

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas por meio do teste de Tukey, ambas a 0,05 de significância pelo software InfoStat (INFOSTAT 2008). As pressuposições do modelo da Anova foram verificadas pelo teste de Shapiro-Wilk para distribuição normal dos resíduos.

## **RESULTADOS**

A precipitação média anual na área de estudo durante os anos de 2012 e 2013 foi de 0,04 mm, ocorrendo concentração das chuvas nos meses de outubro a janeiro, com maior média de precipitação no mês de janeiro (71,5 mm) e o período mais seco em setembro (1 mm). A temperatura média anual foi de  $24,4^{\circ}\text{C}$ , com valor máximo observado no mês de outubro ( $25,2^{\circ}\text{C}$ ) e o mínimo em julho ( $20,4^{\circ}\text{C}$ ) (Figura 1).

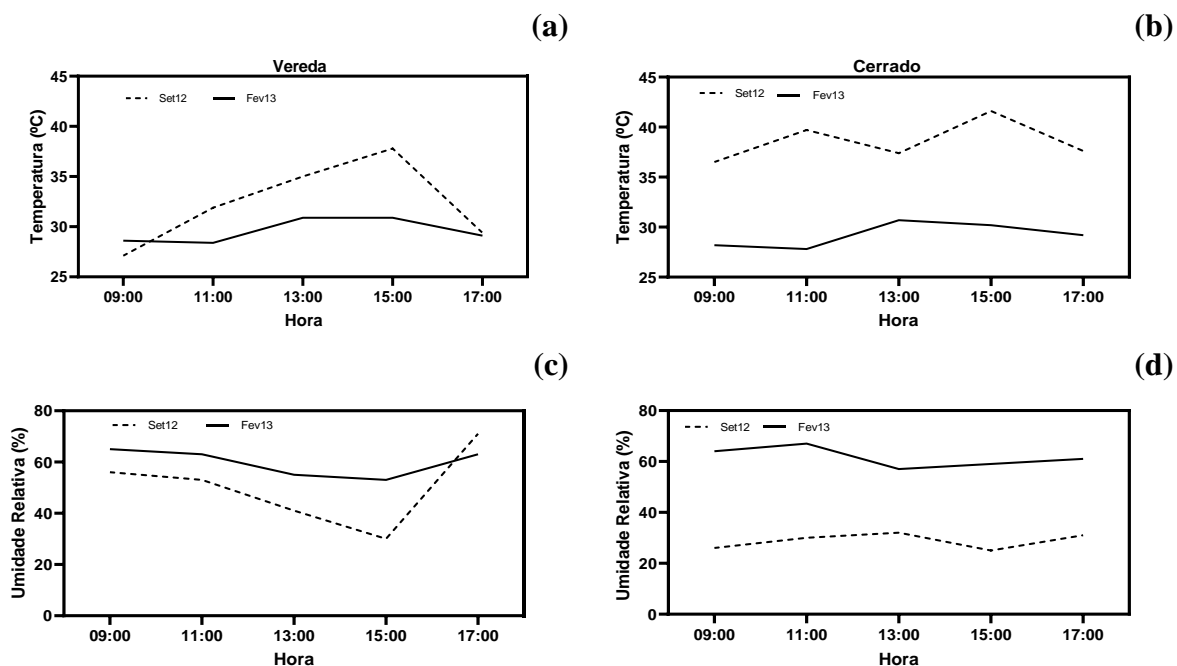


**Figura 1.** Variação anual das médias mensais de precipitação e temperatura do município de Uberlândia, MG. Fonte: INMET – Estação Uberlândia, MG. Os dados correspondem à média mensal de precipitação e temperatura ao longo dos anos de 2012 a 2013.

Na vereda, a temperatura mínima registrada em setembro de 2012 foi de 27,1 °C às 09 horas e a máxima 37,8 °C às 15 horas. No cerrado sentido restrito, a mínima registrada no mesmo período foi de 36,5 °C às 09 horas e a máxima de 41,6 °C às 15 horas (Figura 2; a, b). Em fevereiro de 2013, a temperatura mínima registrada para a vereda foi de 28,4 °C às 11 horas e a máxima de 30,9 °C às 13 e 15 horas, enquanto para o cerrado sentido restrito, a mínima foi de 27,8 °C às 11 horas e a máxima de 30,7 °C às 13 horas (Figura 2a e b).

Em relação à umidade relativa do ar, o valor observado em setembro de 2012 na vereda foi de 30% às 15 horas e a máxima de 71% às 17 horas (Figura 2; c). No cerrado sentido restrito, a umidade relativa do ar mínima registrada foi 25% às 15 horas e a máxima de 32% às 13 horas (Figura 2; d). Em fevereiro de 2013, a vereda apresentou valores mínimo e máximo de umidade relativa do ar de 53% às 15 horas e 65% às 9 horas, enquanto o cerrado restrito, de 59% às 15 horas e máximo de 67% às 11 horas, respectivamente (Figura 2c e d).

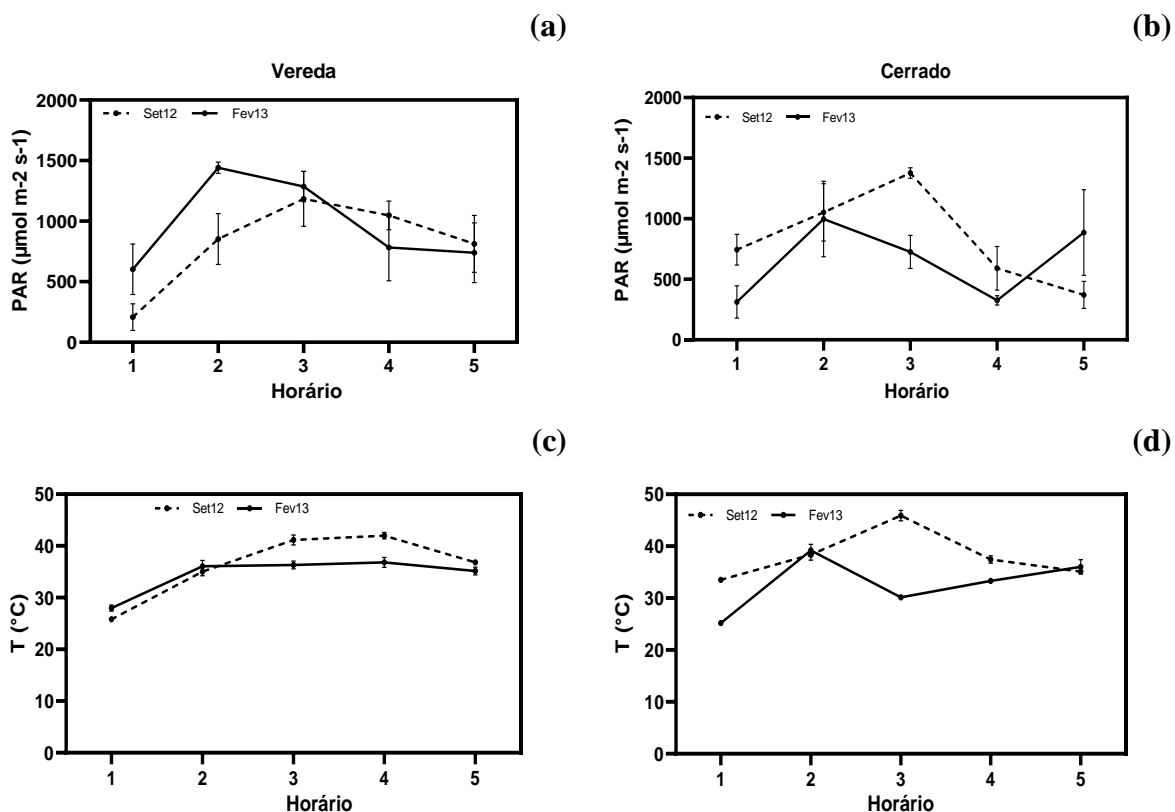




**Figura 2.** Temperatura do ar e umidade relativa do ar nas fitofisionomias de vereda e cerrado sentido restrito localizadas na Estação Ecológica do Panga, nas estações seca e chuvosa dos anos de 2012 e 2013.

A radiação fotossinteticamente ativa (PAR,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) não apresentou diferença significativa nos valores observados entre as estações seca ( $823.93 \pm 65.44$ ) e chuvosa ( $808.22 \pm 66.14$ ), assim como entre os ambientes de cerrado sentido restrito ( $738.18 \pm 65.44$ ) e vereda ( $893.97 \pm 66.14$ ), sendo observada diferença significativa apenas entre os horários de medição (Figura 3a e b; Tabela 2). Os maiores valores de radiação fotossinteticamente ativa foram observados nos horários 2 ( $1085.48 \pm 103.46$ ) e 3 ( $1139.52 \pm 106.21$ ), que correspondem ao intervalo entre o meio da manhã e o meio-dia (Tabela 3).

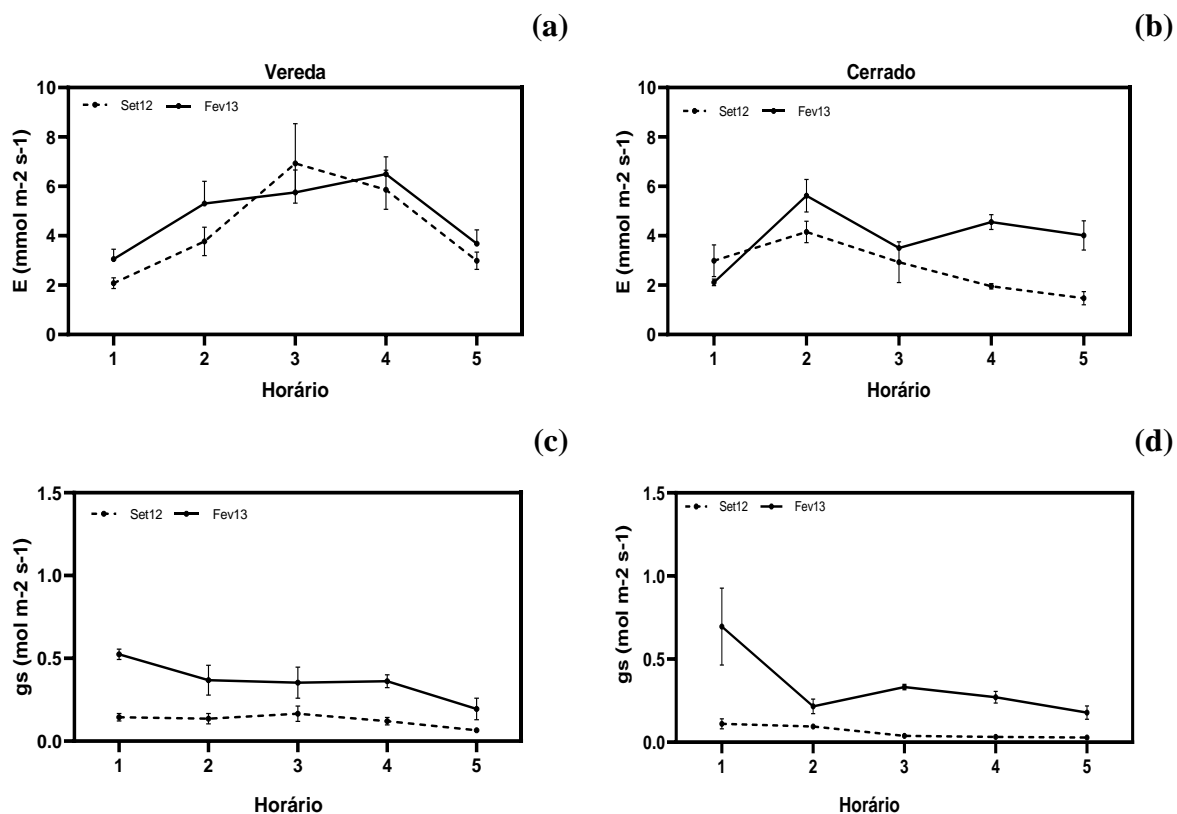
Não foi observada diferença significativa da temperatura na superfície da folha ( $T - ^\circ\text{C}$ ) entre os ambientes de cerrado sentido restrito ( $35.41 \pm 0.49$ ) e vereda ( $35.31 \pm 0.49$ ), ocorrendo diferença significativa entre as estações (seca e chuvosa) e entre os horários de medição (Figura 3c e d; Tabela 2). A estação seca se caracterizou pelos maiores valores de temperatura ( $37.10 \pm 0.49$ ) na superfície da folha em comparação à estação chuvosa ( $33.62 \pm 0.49$ ), sendo que o menor valor foi observado no horário 1 ( $28.12 \pm 0.77$ ), correspondente ao início da medição (Tabela 3).



**Figura 3.** Trocas gasosas de indivíduos de *Miconia albicans* estabelecidos em vereda e cerrado sentido restrito. PAR : Radiação fotossinteticamente ativa ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); T: Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ );

A taxa de transpiração ( $E - \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) apresentou diferença significativa entre as estações, os ambientes e os horários de avaliação (Figura 4a e b; Tabela 2). A estação chuvosa apresentou maiores valores de taxa de transpiração ( $4.41 \pm 0.24$ ) em relação à estação seca ( $3.51 \pm 0.24$ ), sendo que na vereda foram observadas maiores taxas ( $4.59 \pm 0.24$ ) em comparação ao cerrado sentido restrito ( $3.33 \pm 0.24$ ). Em relação aos horários de avaliação, as taxas de transpiração foram menores nos horários 1 ( $2.56 \pm 0.37$ ) e 5 ( $3.04 \pm 0.37$ ) em comparação ao demais horários (horários 2, 3 e 4), o que correspondem aos horários do início da manhã e final da tarde (Tabela 3).

Para condutância estomática ( $g_s - \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), não foi observada diferença significativa entre os ambientes de cerrado sentido restrito ( $0.20 \pm 0.02$ ) e vereda ( $0.24 \pm 0.02$ ), mas houve diferença entre as estações e os horários de monitoramento (Figura 4c e d; Tabela 2). A estação chuvosa apresentou maiores valores de condutância estomática ( $0.35 \pm 0.02$ ) em relação à estação seca ( $0.09 \pm 0.02$ ), sendo que a condutância foi maior no horário 1 ( $0.37 \pm 0.03$ ) em comparação ao demais horários (horários 2, 3, 4 e 5), o que corresponde ao horário de início da manhã (Tabela 3).

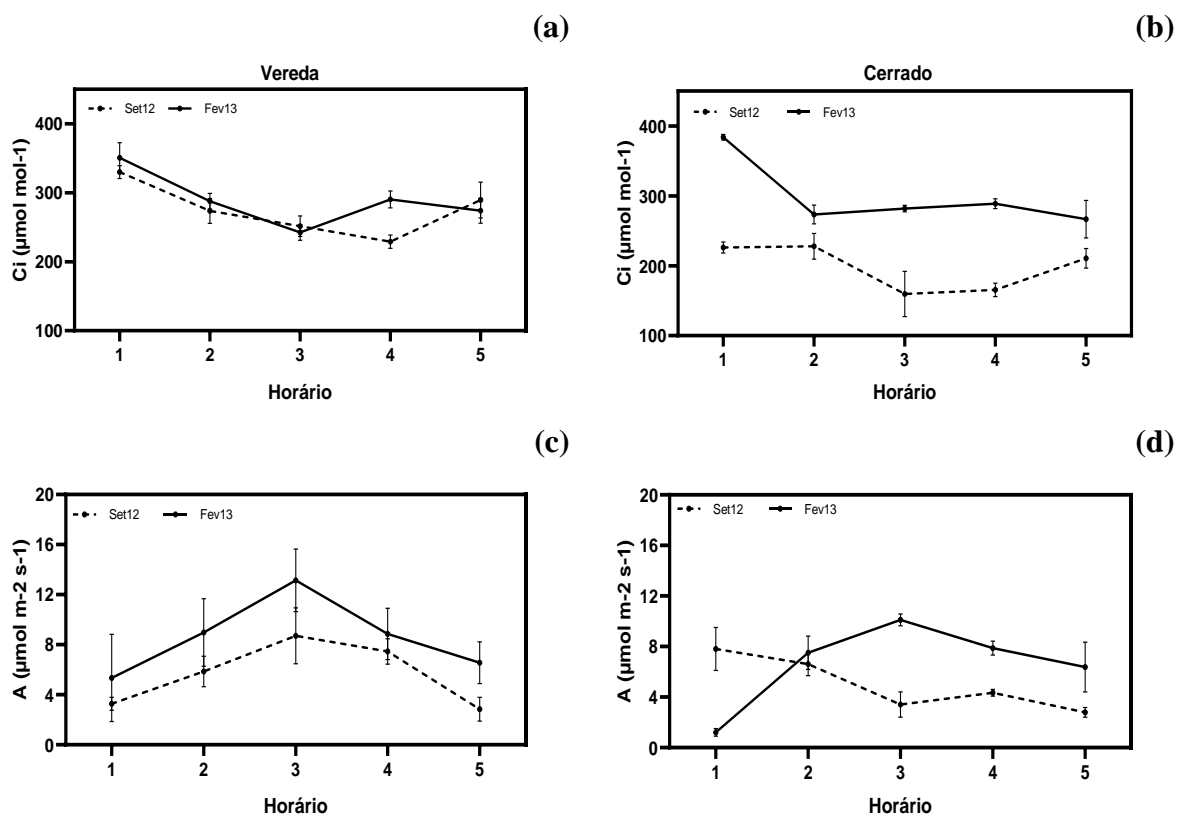


**Figura 4.** Trocas gasosas de indivíduos de *Miconia albicans* estabelecidos em vereda e cerrado sentido restrito. E: Taxa de transpiração ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); Gs: Condutância estomática ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ );

A concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  ( $C_i - \mu\text{mol mol}^{-1}$ ), apresentou diferença significativa entre as estações, os ambientes e os horários de avaliação (Figura 5a e b; Tabela 2). A estação chuvosa apresentou maiores valores de concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  ( $294.82 \pm 6.42$ ) em relação à estação seca ( $236.34 \pm 6.35$ ), sendo que na vereda foram observadas maiores taxas ( $282.72 \pm 6.42$ ) em comparação ao cerrado sentido restrito ( $248.44 \pm 6.35$ ). Em relação aos horários de avaliação, as taxas de concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  foram menores no horário 1 ( $322.82 \pm 10.04$ ) em comparação ao demais horários (horários 2, 3, 4 e 5), o que corresponde ao horário do início da manhã (Tabela 3).

Não foi observada diferença significativa da taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), entre os ambientes de cerrado sentido restrito ( $5.80 \pm 0.54$ ) e vereda ( $7.05 \pm 0.55$ ), ocorrendo diferença significativa entre as estações (seca e chuvosa) e entre os horários de medição (Figura 5c e d; Tabela 2). A estação chuvosa se caracterizou pelos maiores valores de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $7.54 \pm 0.55$ ) em comparação à estação seca ( $5.31 \pm 0.54$ ), sendo que o maior valor foi observado no horário 3 ( $8.70 \pm 0.88$ ), correspondente ao intervalo entre as duas medidas da manhã e as duas medidas da tarde. Esse valor de assimilação de  $\text{CO}_2$  não apresenta diferença

significativa com os horários 2 ( $7.24 \pm 0.85$ ) e 4 ( $7.14 \pm 0.85$ ), correspondentes ao final da manhã e início da tarde, respectivamente (Tabela 3).

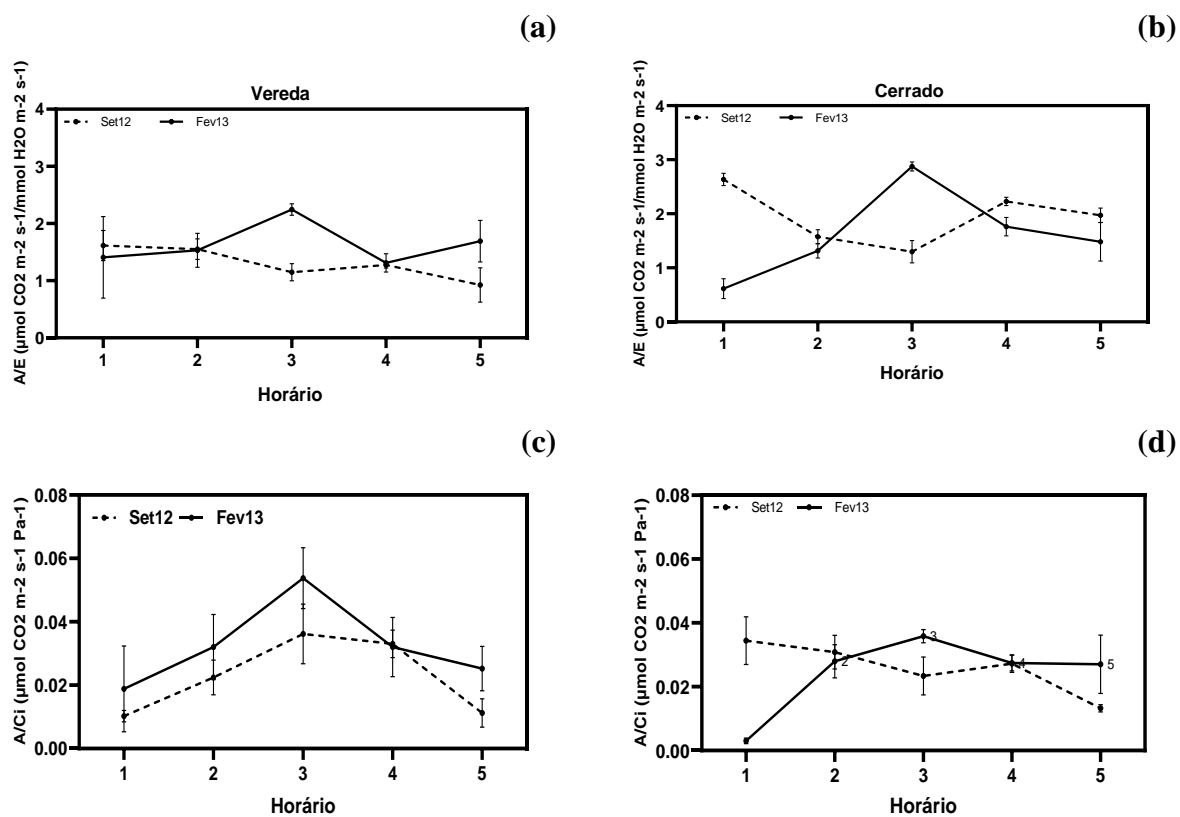


**Figura 5.** Trocas gasosas de indivíduos de *Miconia albicans* estabelecidos em vereda e cerrado sentido restrito. Ci: Concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ); A: Taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ );

Não foi observada diferença significativa da eficiência instantânea no uso da água ( $A/E - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) entre as estações seca ( $1.62 \pm 0.10$ ) e chuvosa ( $1.61 \pm 0.11$ ), assim como entre os horários de medição, ocorrendo diferença significativa entre os ambientes (Figura 6a e b; Tabela 2), sendo que a eficiência instantânea no uso da água foi maior no cerrado sentido restrito ( $1.78 \pm 0.10$ ) que na vereda ( $1.46 \pm 0.11$ ) (Tabela 3).

A eficiência instantânea de carboxilação ( $A/C_i - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ ), não apresentou diferença significativa nos valores observados entre as estações seca ( $0.02 \pm 2.3\text{E}^{-03}$ ) e chuvosa ( $0.03 \pm 2.3\text{E}^{-03}$ ), assim como entre os ambientes de cerrado sentido restrito ( $0.03 \pm 2.3\text{E}^{-03}$ ) e vereda ( $0.03 \pm 2.3\text{E}^{-03}$ ), sendo observada diferença significativa apenas entre os horários de medição (Figura 6c e d; Tabela 2). O maior valor foi observado no horário 3 ( $0.04 \pm 3.7\text{E}^{-03}$ ), correspondente ao intervalo entre as duas medidas da manhã e as duas medidas da tarde. Esse valor de eficiência instantânea de carboxilação não apresenta diferença significativa com os

horários 2 ( $0.03 \pm 3.6E^{-03}$ ) e 4 ( $0.03 \pm 3.6E^{-03}$ ), correspondentes ao final da manhã e início da tarde, respectivamente (Tabela 3).



**Figura 6.** Trocas gasosas de indivíduos de *Miconia albicans* estabelecidos em vereda e cerrado sentido restrito. A/E: Eficiência instantânea no uso da água ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); A/Ci: Eficiência instantânea de carboxilação ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ ).

**Tabela 2.** Valores de estatística (W, F) e probabilidade (P) de medidas fotossintéticas de *Miconia albicans* Sw. Triana.

ANOVA		PAR		T		Ci		E	
W (F)		0,91		0,95		0,98		0,98	
(P)		(1,41)		(0,07)		(2,22)		(0,13)	
	GL	QM	<sup>2</sup> F (P)	QM	<sup>2</sup> F (P)	QM	<sup>2</sup> F (P)	QM	<sup>2</sup> F (P)
<b>ESTAÇÃO</b>	1	6104,71	0,03 (0,86)	300,36	25,24 (0,00)	84607,03	41,95 (0,00)	19,95	7,19 (0,00)
<b>AMBIENTE</b>	1	600357,07	2,80 (0,09)	0,25	0,02 (0,88)	29053,85	14,40 (0,00)	39,54	14,24 (0,00)
<b>HORÁRIO</b>	4	1618905,63	7,56 (0,00)	342,24	0,02 (0,00)	23184,16	11,49 (0,00)	23,00	8,28 (0,00)
<b>RESÍDUO</b>	92	214100,02	-	11,90	-	2017,04	-	2,78	-
<b>CV (%)</b>		56,98		9,76		16,92		42,27	
ANOVA		Gs		A		A/E		A/Ci	
W (F)		0,95		0,97		0,98		0,96	
(P)		(0,11)		(0,08)		(0,31)		(0,07)	
	GL	QM	<sup>2</sup> F (P)	QM	<sup>2</sup> F (P)	QM	<sup>2</sup> F (P)	QM	<sup>3</sup> F (P)
<b>ESTAÇÃO</b>	1	1,63	67,12 (0,00)	123,24	8,44 (0,00)	6x10 <sup>-03</sup>	4,8x10 <sup>-3</sup> (0,94)	3,8x10 <sup>-04</sup>	1,48 (0,22)
<b>AMBIENTE</b>	1	0,05	2,02 (0,15)	38,30	2,62 (0,10)	2,48	4,58 (0,03)	1,1x10 <sup>-04</sup>	0,44 (0,50)
<b>HORÁRIO</b>	4	0,17	6,87 (0,00)	66,81	4,57 (0,00)	0,43	0,80 (0,52)	1,3x10 <sup>-03</sup>	5,07 (0,00)
<b>RESÍDUO</b>	92	0,02	-	14,61	-	0,54	-	2,6x10 <sup>-04</sup>	-
<b>CV (%)</b>		70,85		59,87		47,51		61,85	

W: Estatística do teste de Shapiro-Wilk para normalidade residual ( $P \geq 0.01$ ); GL: Graus de Liberdade; QM: Quadrado Médio; 2F: Estatística do teste da ANOVA ( $P < 0.05$ ); PAR : Radiação fotossinteticamente ativa ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); T: Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ); Ci: Concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ); E: Taxa de transpiração ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); Gs: Condutância estomática ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); A: Taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); A/E: Eficiência instantânea no uso da água ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); A/Ci: Eficiência instantânea de carboxilação ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$ ); CV.: Coeficiente de variação (%).

**Tabela 3:** Valores do teste de Tukey para comparações entre estação (seca e chuvosa), local (vereda e cerrado) e horário do dia para trocas gasosas de *Miconia albicans*. Letras iguais na mesma linha não diferem entre si com 0,005 de significância.

Radiação fotossinteticamente ativa (PAR, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )									
Estação	Médias	n	E.P		Horários	Médias	n	E.E.	
Seca	808.22	49	66.14	a	1	466.4	20	103.46	a
Chuvosa	823.93	50	65.44	a	2	1085.48	20	103.46	bc
Ambiente	Médias	n	E.P		3	1139.52	19	106.21	c
Vereda	738.18	50	65.44	a	4	686.42	20	103.46	ab
Cerrado	893.97	49	66.14	a	5	702.54	20	103.46	ab
Temperatura na superfície da folha (T - °C)									
Estação	Médias	n	E.P		Horários	Médias	n	E.E.	
Seca	33.62	49	0.49	b	1	28.12	20	0.77	b
Chuvosa	37.1	50	0.49	a	2	37.14	20	0.77	a
Ambiente	Médias	n	E.P		3	38.38	19	0.79	a
Vereda	35.41	50	0.49	a	4	37.38	20	0.77	a
Cerrado	35.31	49	0.49	a	5	35.76	20	0.77	a
Taxa de transpiração (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )									
Estação	Médias	n	E.P		Horários	Médias	n	E.E.	
Seca	3.51	50	0.24	b	1	2.56	20	0.37	b
Chuvosa	4.41	49	0.24	a	2	4.71	20	0.37	a
Ambiente	Médias	n	E.P		3	4.78	19	0.38	a
Vereda	3.33	50	0.24	b	4	4.72	20	0.37	a
Cerrado	4.59	49	0.24	a	5	3.04	20	0.37	b
Condutância estomática (Gs - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )									
Estação	Médias	n	E.P		Horários	Médias	n	E.E.	
Seca	0.09	50	0.02	b	1	0.37	20	0.03	b
Chuvosa	0.35	49	0.02	a	2	0.2	20	0.03	a
Ambiente	Médias	n	E.P		3	0.22	19	0.04	a
Vereda	0.2	50	0.02	a	4	0.2	20	0.03	a
Cerrado	0.24	49	0.02	a	5	0.12	20	0.03	a
Concentração intercelular de CO <sub>2</sub> (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$ )									
Estação	Médias	n	E.P		Horários	Médias	n	E.E.	
Seca	236.34	50	6.35	b	1	322.82	20	10.04	a
Chuvosa	294.82	49	6.42	a	2	265.63	20	10.04	b
Ambiente	Médias	n	E.P		3	235.78	19	10.31	b
Vereda	248.44	50	6.35	b	4	243.45	20	10.04	b
Cerrado	282.72	49	6.42	a	5	260.22	20	10.04	b
Taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )									
Estação	Médias	n	E.P		Horários	Médias	n	E.E.	
Seca	5.31	50	0.54	b	1	4.41	20	0.85	a
Chuvosa	7.54	49	0.55	a	2	7.24	20	0.85	ab
Ambiente	Médias	n	E.P		3	8.7	19	0.88	b
Vereda	5.8	50	0.54	a	4	7.14	20	0.85	ab
Cerrado	7.05	49	0.55	a	5	4.64	20	0.85	a
Eficiência instantânea no uso da água (A/E - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )									
Estação	Médias	n	E.P		Horários	Médias	n	E.E.	
Seca	1.61	49	0.11	a	1	1.57	20	0.16	a
Chuvosa	1.62	50	0.1	a	2	1.49	20	0.16	a
Ambiente	Médias	n	E.P		3	1.87	19	0.17	a
Vereda	1.78	50	0.1	a	4	1.64	20	0.16	a
Cerrado	1.46	49	0.11	b	5	1.52	20	0.16	a

Eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ )									
Estação	Médias	n	E.P		Horários	Médias	n	E.E.	
Seca	0.02	50	$2.30 \times 10^{-03}$	a	1	0.02	20	$3.60 \times 10^{-03}$	b
Chuvosa	0.03	49	$2.30 \times 10^{-03}$	a	2	0.03	20	$3.60 \times 10^{-03}$	ab
Ambiente	Médias	n	E.P		3	0.04	19	$3.70 \times 10^{-03}$	a
Vereda	0.03	50	$2.30 \times 10^{-03}$	a	4	0.03	20	$3.60 \times 10^{-03}$	ab
Cerrado	0.03	49	$2.30 \times 10^{-03}$	a	5	0.02	20	$3.60 \times 10^{-03}$	b

Estadística do teste da ANOVA ( $P < 0.05$ ); PAR: Radiação fotossinteticamente ativa ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); T: Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ); E: Taxa de transpiração ( $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); Gs: Condutância estomática ( $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); Ci: Concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ); Taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  (A -  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); Eficiência instantânea no uso da água (A/E -  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); Eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci -  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ );

## DISCUSSÃO

Os resultados sugerem que *Miconia albicans*, quando presente na borda da vereda, mostra algumas trocas gasosas diferentes em relação ao cerrado sentido restrito, bem como entre as estações seca e chuvosa e os horários de avaliação. A vereda da Estação Ecológica do Panga possui características diferentes do cerrado sentido restrito, como formação vegetacional composta por plantas de hábito herbáceo e subarbuscivo, tipo de solo úmido e com presença de matéria orgânica denominado como Gleissolos Háplicos (ARAÚJO et al. 2002; EMBRAPA 2013). O cerrado sentido restrito apresenta solos distróficos, saturação por bases inferior a 50% e maiores concentrações de alumínio com uma grande densidade de arbustos e espécies lenhosas em sua formação vegetacional (MORENO; SCHIAVINI 2001).

Apesar de ser observada menor temperatura do ar e maior umidade relativa do ar na vereda, *M. albicans* não apresentou resultados diferentes de radiação fotossinteticamente ativa entre os dois ambientes e estações, somente entre os horários. Sabe-se que existe uma relação associada ao fato das plantas de cerrado estarem condicionadas a um maior sombreamento que as plantas de vereda (PALHARES et al. 2010). Como a espécie está presente em uma área em transição, o sombreamento não ocorreu, afetando a fenologia das espécies naquele local, por isso, ocorreu a alteração apenas nos horários de maior luminosidade. Outro fator que pode influenciar na absorção de radiação fotossinteticamente ativa é o tamanho da área foliar específica da espécie nestes ambientes, e, adaptações nas características biofísicas das folhas também podem ocorrer (SANCHES; VÁLIO 2006). A temperatura na superfície da folha não apresentou diferenças entre cerrado sentido restrito e vereda, somente entre estações e horários. No período seco, devido a sazonalidade climática com temperaturas mais elevadas nesta estação (LEITE et al. 2020), a temperatura na superfície da folha é elevada, enquanto no período chuvoso, quando a umidade aumenta, o gasto com consumo hídrico também se eleva, reduzindo



a temperatura do ambiente e da superfície da folha nas horas mais quentes do dia, contribuindo para maior absorção da radiação solar que chega (FAUSTO et al. 2016).

A condutância estomática foi maior na estação chuvosa e no início da manhã, o que sugere a existência de mecanismo de controle estomático sobre a transpiração, como observado para outras espécies de plantas do cerrado (PALHARES et al. 2010). De acordo com Monteiro et al. (2006) *M. albicans* não perde suas folhas sob condições de estresse hídrico, suas raízes são homogêneas e sem um pivô central, medindo aproximadamente 0,45 cm de profundidade. Espécies de cerrado que possuem sistema radicular raso podem realizar fluxo de seiva negativo, das raízes para o solo durante a estação seca e, conseguem se manter (SCHOLZ et al. 2002). Desta forma, a condutância estomática, assim como a transpiração estão ligadas à disponibilidade de água do solo para a planta (MONTEIRO et al. 2006).

No presente estudo, *Miconia albicans* obteve maiores valores de transpiração na vereda, principalmente próximo ao horário do meio-dia, nas duas estações e nos horários de maior irradiância. Como a espécie está na vereda onde há uma grande quantidade de água disponível na superfície do solo (VELOSO et al. 2020) ela não necessita regular seu mecanismo para economizar em transpiração, por outro lado, a espécie está em um ambiente com luminosidade maior que no cerrado sentido restrito, o que a leva a utilizar mais água. Outra espécie de *Miconia*, *M. ferruginata*, foi descrita como uma planta isoídrica, capaz de regular a condutância estomática e, conseqüentemente, a transpiração quando o nível de água do solo é reduzido como ocorre no período seco, isso evita a ocorrência de dessecação foliar e a morte da folha (TARDIEU; SIMONNEAU 1998; PALHARES et al. 2010). As características marcantes do ambiente muitas vezes são vistas através das folhas, pois é o órgão da planta com maior facilidade de adaptação à diferentes ambientes (GRATANI 2014). A capacidade de aclimatação de espécies do Cerrado a altas irradiâncias acontece quando as plantas ainda estão jovens, isso possibilita que elas desenvolvam respostas adaptativas ajustando sua fisiologia e em alguns casos sua morfologia (MONTENEGRO; KOLB 2014) para sobreviver em novos ambientes. Devido a altos níveis de irradiância espécies que são aclimatadas a ambientes mais sombreados utilizam a água disponível no solo como regulador de temperatura. Altas intensidades de luz, causam uma alta demanda evaporativa, levando a níveis mais altos de transpiração da folha (COSTA et al. 2015).

Os valores de concentração intercelular de CO<sub>2</sub> não foram similares na estação seca e chuvosa, mesmo apresentando queda próximo ao meio-dia na estação chuvosa, obteve rápida recuperação. Os maiores valores de concentração intercelular de CO<sub>2</sub> foram encontrados na estação chuvosa e nos horários após o início da manhã, sugerindo que a condutância estomática

poderia influenciar diretamente nessa concentração, bem como na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, situação observada quando a espécie está instalada sob diferentes condições ambientais (FRANCO; LÜTTGE 2002; MONTEIRO et al. 2006; SANCHES; VÁLIO 2008). Para a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, também houve diferença entre as estações e os horários, com respostas semelhantes àsquelas observadas para a concentração intercelular de CO<sub>2</sub>. *M. albicans* na estação chuvosa encontra uma grande quantidade de água na superfície do solo para suprir seus mecanismos fotossintéticos, os valores de concentração intercelular de CO<sub>2</sub> não foram similares na estação seca e chuvosa, mesmo apresentando queda próximo ao meio-dia na estação chuvosa, obteve rápida recuperação. Assim, os valores de taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> tiveram um aumento no período mais quente do dia nas duas estações na vereda, pois espécies de savanas neotropicais possuem uma maior capacidade fotossintética comprovando sua proteção a elevadas irradiâncias (HAAG-KERWER et al. 1992; ROSSATTO et al. 2018). Alguns estudos mostraram que certas espécies têm fator limitante de difusão de CO<sub>2</sub> quando estão sobre temperaturas mais altas e forte irradiância (CAEMMERER; FARQUHAR 1981). Quando ocorre queda rápida na temperatura em determinados períodos do dia, as taxas fotossintéticas efetuam um excelente controle fotoquímico impedindo a difusão de CO<sub>2</sub>, resultando na redução dos valores de assimilação de CO<sub>2</sub> (VIEIRA et al. 2017). A espécie *Miconia fallax*, por exemplo, possui ótimo mecanismo de regulação de luz, adequando o abastecimento de água na folha durante os períodos de alta irradiância (FRANCO; LÜTTGE 2002).

A espécie não apresentou diferença significativa nos valores de eficiência instantânea no uso da água entre as estações e entre os horários de avaliação, apresentando diferença apenas entre as fitofisionomias, sendo possível observar a maior eficiência na vereda que no cerrado sentido restrito. *M. albicans* atua na vereda como possível espécie dominante, provavelmente devido à maior disponibilidade de água na vereda, o que pode facilitar o estabelecimento da espécie, a qual é de maior ocorrência em áreas bem drenadas do cerrado. Isso pode influenciar negativamente o desenvolvimento das demais espécies da vereda por absorver maior quantidade de água pelas raízes que as outras espécies do local (WANG et al. 2018; VIEIRA et al. 2019). Vale ressaltar que *M. albicans* foi encontrada apenas na borda da vereda da Estação Ecológica do Panga (OLIVEIRA et al. 2013), pois a maioria de espécies nativas de cerrado sentido restrito não conseguem sobreviver sob elevados níveis de água na superfície do solo, o que resulta em uma baixa assimilação de carbono e a consequente morte da planta (FRANCO 2005; RIBEIRO et al. 2021). No cerrado sentido restrito, a espécie diminui a abertura estomática após o meio-dia, provavelmente, para evitar perda de água por evapotranspiração (FRANCO 2008). Para isso, algumas espécies adotam o ajustamento osmótico como forma de

manutenção da turgescência celular, acumulando por vias intracelulares os solutos osmoticamente ativos como respostas a estresses hídricos (FURQUIM et al. 2018).

A eficiência instantânea de carboxilação não diferiu entre as fitofisionomias de cerrado sentido restrito e vereda, nem entre as estações, sendo possível observar diferença nos horários próximos ao meio-dia no cerrado sentido restrito e na vereda. Algumas espécies, mesmo em condições de déficit hídrico, não deixam de assimilar carbono (VEIGA; HABERMANN 2013). Próximo ao meio-dia, *M. albicans* perdeu em eficiência instantânea de carboxilação, seguindo a resposta de concentração intercelular de CO<sub>2</sub> e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. Sob condições de estresse hídrico, espécies isoídricas, fecham seus estômatos para reduzir a perda de água por transpiração, e conseqüentemente, reduzem a entrada de CO<sub>2</sub> vindo da atmosfera na folha até a Rubisco, limitando a etapa líquida da fotossíntese (CHAVES et al. 2003; BERTOLLI et al. 2015). Quando há disponibilidade hídrica, os estômatos permanecem abertos durante o dia como na vereda, mostrando resultados de maior eficiência instantânea de carboxilação próximo ao meio-dia. Neste caso, a captação de CO<sub>2</sub> atmosférico flui sem grandes impactos, não sendo necessário para o indivíduo efetuar restrições, conseguindo manter sua eficiência fotossintética em altos níveis (JUNGLOS et al. 2016).

## CONCLUSÃO

*Miconia albicans* apresentou maior resposta para algumas variáveis fotossintéticas na vereda em comparação ao cerrado sentido restrito. A espécie mostrou maior taxa de transpiração, maior concentração intercelular CO<sub>2</sub>, maior eficiência instantânea no uso da água. Entre as estações, a espécie possui maior resposta fotossintética para a variável temperatura na superfície da folha no período seco e, no período chuvoso para taxa de transpiração, condutância estomática, concentração intercelular de CO<sub>2</sub> e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. Mais estudos ainda são necessários para identificar o impacto do avanço sobre o ambiente vereda e o que isso pode acarretar para as espécies nativas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, P. B., SALGUERO-GÓMEZ, R., COMPAGNONI, A., HSU, J. S., RAY-MUKHERJEE, J., MBEAU-ACHE, C., & FRANCO, M. (2014). Functional traits explain variation in plant life history strategies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(2), 740-745. <https://doi.org/10.1073/pnas.1315179111>

ALBUQUERQUE, L. B., AQUINO, F. G., COSTA, L. C., MIRANDA, Z. J., & SOUSA, S. R. (2013). Espécies de Melastomataceae Juss. com potencial para restauração ecológica de mata ripária no cerrado. *Polibotânica*, (35), 1-19.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.72, n.6, p.711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ARAÚJO, G. M., BARBOSA, A. A., ARANTES, A. A., & AMARAL, A. F. (2002). Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG. *Brazilian Journal of Botany*, 25(4), 475-493. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002012000012>

BAQUEDANO, F. J., VALLADARES, F., & CASTILLO, F. J. (2008). Phenotypic plasticity blurs ecotypic divergence in the response of *Quercus coccifera* and *Pinus halepensis* to water stress. *European Journal of Forest Research*, 127(6), 495-506. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10342-008-0232-8>

BASTOS, L. A., & FERREIRA, I. M. (2010). Composições fitofisionômicas do bioma cerrado: estudo sobre o subsistema de Vereda. Espaço em Revista, 12(1). DOI: <https://doi.org/10.5216/er.v12i1.17656>

BEDETTI, C. S., AGUIAR, D. B., JANNUZZI, M. C., MOURA, M. Z., & SILVEIRA, F. A. (2011). Abiotic factors modulate phenotypic plasticity in an apomictic shrub [*Miconia albicans* (SW.) Triana] along a soil fertility gradient in a Neotropical savanna. *Australian Journal of Botany*, 59(3), 274-282. <https://doi.org/10.1071/BT10275>

BERTOLLI, S. C., SOUZA, J. D., & SOUZA, G. (2015). Caracterização fotossintética da espécie isoídrica pata-de-elefante em condições de deficiência hídrica. *Revista Caatinga*, 28(3), 196-205. <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n322rc>

BOEGER, M. R. T., BIU, C., & GOLDENBERG, R. (2009). Arquitetura foliar comparativa de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 23(3), 657-665. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000300005>

CAEMMERER, S. V., & FARQUHAR, G. D. (1981). Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves. *Planta*, 153(4), 376-387. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00384257>

CARDOSO, E., & SCHIAVINI, I. (2002). Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). *Revista Brasileira de Botânica*, 25(3), 277-289.

CARDOSO, E., MORENO, M. I. C., BRUNA, E. M., & VASCONCELOS, H. L. (2009). Mudanças fitofisionômicas no Cerrado: 18 anos de sucessão ecológica na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG. *Caminhos de Geografia*, 10(32).

CHAVES, M. M., MAROCO, J. P., & PEREIRA, J. S. (2003). Understanding plant responses to drought—from genes to the whole plant. *Functional plant biology*, 30(3), 239-264. <https://doi.org/10.1071/FP02076>

COSTA, A. C., REZENDE-SILVA, S. L., MEGGUER, C. A., MOURA, L. M. F., ROSA, M., & SILVA, A. A. (2015). The effect of irradiance and water restriction on photosynthesis in young jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*) plants. *Photosynthetica*, 53(1), 118-127. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11099-015-0085-6>

DOS SANTOS, E. V., MARTINS, R. A., FERREIRA, I. M., & DE PAULA LARANJA, R. E. (2013). Visão ambiental do subsistema Vereda na microrregião de Catalão (GO). *Espaço em revista*, 15(2).

ELLISON, A. M., DENSLOW, J. S., & LOISELLE, B. A. (1993). Seed and seedling ecology of neotropical Melastomataceae. *Ecology*, 74(6), 1733-1749. <https://doi.org/10.2307/1939932>

FAUSTO, M. A., ANGELINI, L. P., MARQUES, H. O., MACHADO, N. G., & BIUDES, M. S. (2016). Impact of land-use change in the net radiation of the Cerrado of the southern Mato Grosso. *Revista Ambiente & Água*, 11(2), 350-361. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1843>

FERREIRA, I. M. (2003). O afogar das Veredas: uma análise comparativa espacial e temporal das Veredas do Chapadão de catalão (GO).

FRANCO, A. (2002). Ecophysiology of Wood Plants. In: The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. Paulo S. Oliveira & Robert J. Marquis (Eds.). New York: Columbia University Press, pp. 178-197.

FRANCO, A., & LÜTTGE, U. (2002). Midday depression in savanna trees: coordinated adjustments in photochemical efficiency, photorespiration, CO<sub>2</sub> assimilation and water use efficiency. *Oecologia*, 131(3), 356-365. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00442-002-0903-y>

FRANCO, A. C., BUSTAMANTE, M., CALDAS, L. S., GOLDSTEIN, G., MEINZER, F. C., KOZOVITS, A. R., ... & CORADIN, V. T. (2005). Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit. *Trees*, 19(3), 326-335. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00468-004-0394-z>

FRANCO, A. C., MATSUBARA, S., & ORTHEN, B. (2007). Photoinhibition, carotenoid composition and the co-regulation of photochemical and non-photochemical quenching in neotropical savanna trees. *Tree physiology*, 27(5), 717-725. <https://doi.org/10.1093/treephys/27.5.717>

FRANCO, A. C., HARIDASAN, M., & FERREIRA, C. D. S. (2008). Physiological ecology of cerrado plants: new insights and new approaches. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 20(3), 165-166. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202008000300001>

FURQUIM, L. C., DOS SANTOS, M. P., DE ANDRADE, C. A. O., DE OLIVEIRA, L. A., & EVANGELISTA, A. W. P. (2018). Relação entre plantas nativas do Cerrado e água. *Científic@-Multidisciplinary Journal*, 5(2), 146-156. DOI: <https://doi.org/10.29247/2358-260X.2018v5i2.p146-156>

GOLDENBERG, R. (2004). The genus *Miconia* (Melastomataceae) in the State of Paraná, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 18(4), 927-947.

GOLDENBERG, R., & SHEPHERD, G. J. (1998). Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in “cerrado” vegetation. *Plant Systematics and Evolution*, 211(1), 13-29. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00984909>

GRATANI, L. (2014). Plant phenotypic plasticity in response to environmental factors. *Advances in botany*, 2014.

HAAG-KERWER, A. N. G. E. L. A., FRANCO, A. C., & LUTTGE, U. (1992). The effect of temperature and light on gas exchange and acid accumulation in the C3-CAM plant *Clusia minor* L. *Journal of Experimental Botany*, 43(3), 345-352. <https://doi.org/10.1093/jxb/43.3.345>

HARIDASAN, M. (2008). Nutritional adaptations of native plants of the cerrado biome in acid soils. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 20(3), 183-195. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202008000300003>

HIGUCHI, P., SILVA, A. C. D., VAN DEN BERG, E., & PIFANO, D. S. (2011). Associações espaciais entre indivíduos de diferentes espécies de *Miconia* spp. Ruiz & Pav.(Melastomataceae). *Revista Árvore*, 35(3), 381-389.

INFOSTAT (2008). InfoStat, versão 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.

JOLY, C. A., & CRAWFORD, R. M. M. (1982). Variation in tolerance and metabolic responses to flooding in some tropical trees. *Journal of Experimental Botany*, 33(4), 799-809. <https://doi.org/10.1093/jxb/33.4.799>

JUNGLOS, F. S., JUNGLOS, M. S., DRESCH, D. M., PEREIRA, N. S., KODAMA, F. M., & SCALON, S. D. P. Q. (2016). Recovery of the photosynthetic capacity of *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) after water deficit. *Brazilian Journal of Botany*, 39(2), 541-546. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40415-016-0275-x>

LEITE, M. E., DA SILVA, L. A. P., VELOSO, G. A., & DE MAGALHÃES FILHO, R. (2020). Comportamento e influência do albedo e temperatura de superfície no balanço de radiação em áreas de Cerrado. *Caminhos de Geografia*, 21(73), 131-147. DOI:<https://doi.org/10.14393/RCG217347387>

LENZA, E., & KLINK, C. A. (2006). Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Brazilian Journal of Botany*, 29(4), 627-638. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000400013>

MONTEIRO, J. A. F., & PRADO, C. H. B. A. (2006). Apparent carboxylation efficiency and relative stomatal and mesophyll limitations of photosynthesis in an evergreen cerrado species during water stress. *Photosynthetica*, 44(1), 39-45. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11099-005-0156-1>

MONTENEGRO, T. F., & KOLB, R. M. (2014). A vereda microscópica. *Aprendendo Ciência* (ISSN 2237-8766), 4(1), 1-4.

- MORENO, M. I. C., & SCHIAVINI, I. (2001). Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). *Brazilian Journal of Botany*, 24(4), 537-544.
- MÜLLER, A. O., FRANCO, A. A., RIBEIRO JÚNIOR, N. G., GRESSLER, E., ROCHA, V. L. P., & SILVA, I. V. D. (2020). Adaptive leaf strategies of *Miconia nervosa* (Melastomataceae) in Amazon of Mato Grosso state. *Rodriguésia*, 71.
- OLIVEIRA, A. P., CAMPOS, A. R., SCHIAVINI, I., & RANAL, M. A. (2013) *Estrutura populacional de Miconia albicans (SW.) Triana (melastomataceae) em transição cerrado stricto sensu/vereda na Estação Ecológica do Panga*. 64º Congresso Nacional de Botânica. Belo Horizonte, MG.
- PALHARES, D., FRANCO, A. C., & ZAIDAN, L. B. P. (2010). Respostas fotossintéticas de plantas do cerrado nas estações seca e chuvosa. *Revista Brasileira de Biociências*, 8(2). <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1399>
- PARRINI, R., & PACHECO, J. F. (2011). Frugivoria por aves em seis espécies arbóreas do gênero *Miconia* (Melastomataceae) na Mata Atlântica do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Região Sudeste do Brasil. *Atualidades Ornitológicas*, 159(1), 51-58.
- REZENDE, A. R., ROMERO, R., & GOLDENBERG, R. (2014). Sinopse de *Miconia* seção *Miconia* DC.(Melastomataceae) no estado de Minas Gerais, Brasil. *Bioscience Journal*, 30(1). <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18141>
- RIBEIRO, J. W., PILON, N. A., ROSSATTO, D. R., DURIGAN, G., & KOLB, R. M. (2021). The distinct roles of water table depth and soil properties in controlling alternative woodland-grassland states in the Cerrado. *Oecologia*, 195(3), 641-653. <https://doi.org/10.1111/nph.16971>
- RIBEIRO, R. A., & RODRIGUES, F. M. (2006). Genética da conservação em espécies vegetais do cerrado. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, 5(3), 253-260. <https://doi.org/10.9771/cmbio.v5i3.4263>
- ROCHA FILHO, L. C. D., & LOMÔNACO, C. (2006). Variações fenotípicas em subpopulações de *Davilla elliptica* A. St.-Hil.(Dilleniaceae) e *Byrsonima intermedia* A. Juss.(Malpighiaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. *Acta botanica brasílica*, 20, 719-725. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000300021>
- ROMERO, R., & MARTINS, A. B. (2002). Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 25(1), 19-24.
- ROSSATTO, D. R., & KOLB, R. M. (2009). An evergreen neotropical savanna tree (*Gochnatia polymorpha*, Asteraceae) produces different dry-and wet-season leaf types. *Australian Journal of Botany*, 57(5), 439-443. <https://doi.org/10.1071/BT09045>
- ROSSATTO, D. R., DE ARAÚJO, P. E., DA SILVA, B. H. P., & FRANCO, A. C. (2018). Photosynthetic responses of understory savanna plants: Implications for plant persistence in savannas under tree encroachment. *Flora*, 240, 34-39. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.12.009>

SANCHES, M. C., & VÁLIO, I. F. M. (2006). Leaf optical properties of two liana species *Canavalia parviflora* Benth. and *Gouania virgata* Reissk in different light conditions. *Brazilian Journal of Botany*, 29(2), 319-330. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000200013>

SANCHES, M. C., & VÁLIO, I. F. M. (2008). Photosynthetic response of two tropical liana species grown under different irradiances. *Photosynthetica*, 46(4), 557-566. <https://link.springer.com/article/10.1007%252Fs11099-008-0094-9>

SANTOS, M. A. F., DA SILVA, M. A. P., MENDONÇA, A. C. A. M., & SEIXAS, E. N. C. (2017). *Miconia*: potencialidades alelopáticas como ferramenta para conservação. *Cadernos de Cultura e Ciência*, 16(1), 33-42. <http://periodicos.urca.br/ojs/index.php/cadernos/article/view/1436>

SCHIAVINI, I., & ARAÚJO, G. M. (1989). Considerações sobre a vegetação na Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia). *Sociedade & Natureza*, 1(1).

SCHOLZ, F. G., BUCCI, S. J., GOLDSTEIN, G., MEINZER, F. C., & FRANCO, A. C. (2002). Hydraulic redistribution of soil water by neotropical savanna trees. *Tree Physiology*, 22(9), 603-612. <https://doi.org/10.1093/treephys/22.9.603>

SILVEIRA, F. A. O., & OLIVEIRA, E. G. (2013). Does plant architectural complexity increase with increasing habitat complexity? A test with a pioneer shrub in the Brazilian Cerrado. *Brazilian Journal of Biology*, 73(2), 271-277. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842013000200007>

SOLOS, E. (2013). Sistema brasileiro de classificação de solos. *Centro Nacional de Pesquisa de Solos*: Rio de Janeiro.

SOMAVILLA, N. S., & GRACIANO-RIBEIRO, D. (2011). Análise comparativa da anatomia foliar de Melastomataceae em ambiente de vereda e cerrado sensu stricto. *Acta Botanica Brasilica*, 25(4), 764-775. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000400004>

TARDIEU, F., & SIMONNEAU, T. (1998). Variability among species of stomatal control under fluctuating soil water status and evaporative demand: modelling isohydric and anisohydric behaviours. *Journal of experimental botany*, 419-432.

VEIGA, E. B., & HABERMANN, G. (2013). Instantaneously measured traits may detect non-plastic ecophysiological performances in response to drought, explaining distributions of *Styrax* species in the Cerrado. *Trees*, 27(6), 1737-1745. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00468-013-0919-4>

VELOSO, G. A., DA SILVA, L. A. P., & FERREIRA, M. E. (2020). Análise do balanço de radiação e energia em áreas de veredas no Norte de Minas Gerais, bioma cerrado. *Cerrados*, 18(1), 220-247.

VIEIRA, E. A., DAS GRAÇAS SILVA, M., MORO, C. F., & LAURA, V. A. (2017). Physiological and biochemical changes attenuate the effects of drought on the Cerrado species *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke. *Plant Physiology and Biochemistry*, 115, 472-483. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.04.022>



VIEIRA, E. A., GALVÃO, F. C. A., & BARROS, A. L. (2019). Influence of water limitation on the competitive interaction between two Cerrado species and the invasive grass *Brachiaria brizantha* cv. Piatã. *Plant Physiology and Biochemistry*, 135, 206-214. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.12.002>

WANG, C. Y., ZHOU, J. W., LIU, J., XIAO, H. G., & WANG, L. (2018). Differences in functional traits and reproductive allocations between native and invasive plants. *Journal of Central South University*, 25(3), 516-525. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11771-018-3756-1>

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados encontrados é possível afirmar que o processo germinativo das sementes de indivíduos de *Miconia albicans* foi afetado pela variabilidade intraespecífica expressa através do efeito maternal. A espécie apresentou modificações na ecofisiologia da germinação, dominando a borda da vereda na Estação Ecológica do Panga.

A espécie *M. albicans* apresentou maior eficiência nas trocas gasosas na vereda para, taxa de transpiração, concentração intercelular de CO<sub>2</sub> e eficiência instantânea no uso da água como resposta adaptativa ao novo ambiente.

*M. albicans* apresenta uma grande plasticidade fenotípica, tanto no contexto dos processos germinativos, quanto nas trocas gasosas, conferindo à espécie a capacidade de se estabelecer em áreas úmidas alteradas, podendo por isso, ser uma bioindicadora de alteração destes ambientes.