

# Efeitos da Sazonalidade e da Adubação na Composição Química de *Genipa americana* L.

## Effects of Seasonality and Fertilization on the Chemical Composition of *Genipa americana* L.

Raquel Oliveira Claro<sup>a</sup>; Rosemary Matias<sup>\*a</sup>; Carla Letícia Gediel Rivero-Wendt<sup>b</sup>; Ademir Kleber Morbeck de Oliveira<sup>a</sup>; José Antonio Maior Bono<sup>a</sup>; Ingrid Nayanne Pereira Gomes<sup>a</sup>; Denise Regina Pedrinho<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidade Anhanguera Uniderp, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional. MS, Brasil.

<sup>b</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. MS, Brasil.

\*E-mail: [rosematias@gmail.com](mailto:rosematias@gmail.com)

---

### Resumo

A espécie *Genipa americana* possui uso na medicina tradicional brasileira e é apontada como uma espécie promissora para projetos de recuperação de áreas degradadas e ambientes de mata ciliar. Por estes motivos, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar a influência da sazonalidade e das diferentes adubações na classe de metabólitos secundários, nos teores de compostos fenólicos, flavonoides de *Genipa americana* domesticada após 5 anos de cultivo. O cultivo foi realizado no ano de 2012, campo experimental da Universidade Anhanguera-Uniderp, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. As mudas de *G. americana* com um ano de idade foram transplantadas em covas de 0,3 x 0,3 x 0,3 m, com espaçamento de 3,0 x 3,0 m seguindo os tratamentos: (T1) testemunha (sem adubação), (T2) adubação química (NPK), (T3) adubação orgânica (vermicomposto), e (T4) adubação química e orgânica (NPK + vermicomposto). As folhas novas e maduras foram coletadas em abril e agosto de 2017, foi determinado os constituintes químicos dos extratos etanólicos e aquosos das folhas novas e maduras. A produção dos metabólitos secundários, o teor de compostos fenólicos e flavonoides do jenipapo, sofreu a influência sazonal, alterando suas concentrações. Os solventes utilizados para a extração dos metabólitos secundários também influenciaram nos resultados da análise, demonstrando que a maior polaridade resulta em melhor extração de compostos. A avaliação entre os fitoconstituintes das folhas novas e maduras, resultantes de diferentes tipos de adubação também foram influenciados pelos fatores ambientais existentes no cultivo. Sugere-se o uso das folhas novas nos tratamentos TN3, para extração com etanol, e TN4, para extração com água, para uso medicinal, por apresentarem maiores teores de compostos fenólicos. **Palavras-chave:** Jenipapo. Planta Medicinal. Metabólitos Secundários. Compostos Fenólicos. Flavonoides.

### Abstract

The *Genipa americana* species is utilized in traditional Brazilian medicine and is viewed as a promising species for restoration initiatives in degraded regions, and forested regions along river banks. For these reasons, the objective was to evaluate the influence of seasonality and different fertilizations on the class of secondary metabolites, on the levels of phenolic compounds and flavonoids of domesticated *Genipa americana* after 5 years of cultivation. The cultivation was executed in 2012, in the Anhanguera-Uniderp University's experimental field located in Campo Grande, Mato Grosso do Sul. The one-year-old seedlings of *G. americana* were transplanted into holes that measured 0.3 x 0.3 x 0.3 m, with a spacing of 3.0 x 3.0 m. The following treatments were implemented: (T1) control (no fertilization), (T2) chemical fertilization (NPK), (T3) organic fertilization (vermicompost), and (T4) chemical fertilization and organic (NPK + vermicompost). Fresh and dry mass were determined by collecting young and mature leaves in April and August 2017. The production of secondary metabolites, as well as the content of phenolic compounds and flavonoids in this species, was influenced by seasonal changes, leading to alterations in their concentrations. The evaluation between the phytoconstituents of young and mature leaves, resulting from different types of fertilization, was also influenced by the environmental factors existing in the crop. It is suggested to use new leaves in treatments TN3, for extraction with ethanol, and TN4, for extraction with water, for medicinal use, as they have higher levels of phenolic compounds.

**Keywords:** Jenipapo. Medicinal Plant. Secondary Metabolites. Phenolic Compounds. Flavonoids.

---

## 1 Introdução

O Cerrado é uma savana neotropical e representa o segundo maior bioma brasileiro, ocupando uma vasta área com cerca de 2 milhões km<sup>2</sup>, ou 22% do território nacional contemplando os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além dos enclaves no Amapá, Roraima e Amazonas (Ribeiro; Walter, 2008; Ribeiro; Colli; Soares, 2020). O clima é tropical úmido e seco e a estação sem chuvas dura de 3 a 5 meses consecutivos o que reflete a grande heterogeneidade

climática, edáfica e fisiográfica desse bioma (Vourlitis et al., 2022; Ferreira; Rodrigues; Silva, 2024).

O bioma Cerrado por sua capacidade em armazenar carbono, produzir água e pela elevada diversidade biológica tem uma enorme importância social, patrimonial, geração de renda para as comunidades tradicionais desta região brasileira e atua como um provedor de serviços ecossistêmicos (Morzelle et al., 2015; Overbeck et al., 2015; Pompeu; Assis; Ometto, 2024). Por sua variedade de espécies botânicas com potencial para o desenvolvimento econômico, biotecnológico e para a indústria alimentícia e especialmente para uso pela indústria farmacêutica e

médica, as plantas desse bioma vem sendo objeto de estudo por vários grupos de pesquisa (Damiani et al., 2011; Freitas et al., 2024; Weichert et al., 2024).

Dentre as espécies do Cerrado com potencial medicinal está a *Genipa americana* L. (Rubiaceae), conhecida popularmente como jenipapo ou jenipapeiro, o nome vem do Tupi-guarani “jandipap” que significa fruto que serve para pintar (Moura; Sousa; Conde Júnior, 2016). É uma árvore nativa da América do Sul que pode chegar até 30 m de altura, e é encontrada no Brasil desde o Amapá até os estados de São Paulo e Mato Grosso (Corrêa; Pena, 1984; Delprete; Smith; Klein, 2005; Lorenzi, 2020). Todas as partes da planta, como raízes, caule, folhas, sementes e frutos, são usadas ou na culinária e/ou na medicina popular e pelas comunidades tradicionais (Agra et al., 2008; Erban; Duarte, 2010).

Como planta medicinal, associado às crenças populares, os frutos são usados para o tratamento de anemias, asma, icterícia, distúrbios do estômago, baço, fígado, tosse, anemia, contusões, luxações e como depurativo (Agra et al., 2008; Omena et al., 2012), além disso o corante azul extraídos dos frutos é utilizado em pinturas corporais, têxteis e cerâmicas (Almeida, 1993; Canazilles, 2013). O decocto das cascas vem sendo apontado como uma das formas de tratamento da malária por indígenas do Alto Rio Negro no Amazonas (Kffuri et al., 2016), já o decocto das folhas em terapia antidiarreica e antissifilítica (Corrêa; Pena, 1984), enquanto as folhas maceradas têm sido utilizadas no tratamento da febre por algumas tribos nativas (Delprete; Smith; Klein, 2005) e a infusão das folhas para tratar males hepáticos (Agra et al., 2008).

Os efeitos terapêuticos atribuídos ao jenipapo está relacionado aos seus constituintes, especificamente nas folhas foram encontrados os iridoides (Alves et al., 2017), compostos fenólicos, taninos, terpenos, esteroides, alcaloides, heterosídeos cardiotônicos e saponinas (Bessa et al., 2013; Oliveira et al., 2023), no caso dos flavonoides foram detectados, a quercetina e a rutina (Oliveira et al., 2023).

Embora o jenipapo seja fonte de subsistência para comunidades tradicionais e venha a ser objeto de estudos para validar os efeitos terapêuticos de seus frutos e folhas atribuídos aos seus constituintes, é necessário sua domesticação (Montanari Junior, 2010; Oliveira et al., 2023). Porém, a diversidade e a quantidade dos metabólitos secundários podem ser alteradas por diversos fatores, como a genética da planta, desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, o tipo de célula, tecidos e órgãos, fatores ambientais externos (luz, temperatura, água, salinidade etc.), interação com o ambiente; defesa quanto ao stress hídrico e ao ataque por pragas e doenças e em especial a sazonalidade (Gobbo-Neto; Lopes, 2007; Li et al., 2020).

Logo, identificar qual época de colheita das folhas de jenipapo que ocorre a biossíntese, armazenamento e

acúmulo dos metabólitos secundários é necessário em estudos que envolvam analisar o cultivo da planta. Isso permite o conhecimento de diversas características de seu desenvolvimento e produção dos fitoconstituintes.

Como o jenipapo é de ocorrência do Cerrado, é importante ressaltar que em geral neste bioma a estação seca ocorre no outono-inverno, de maio a outubro, e a estação quente e chuvosa, entre novembro e abril (Camargo et al., 2011; Kissmann et al., 2012) e nesse cenário de acordo com Manfredi et al. (2023), a frutificação do jenipapo acontece uma vez por ano, entre os meses de novembro a maio. Entretanto, com as variações climáticas além da frutificação do jenipapo que é variável e depende da transição da estação seca para a chuvosa suas folhas têm a mesmas tendências por ser uma planta semidecídua, perde as folhas no inverno.

Por se tratar de planta nativa, possui uma diversidade de usos na medicina tradicional e popular. Há necessidade de se avaliar os constituintes químicos das folhas da planta no início do outono e no início do inverno antes da queda das folhas e com isto relacionar a idade da planta e época de colheita das folhas com os constituintes químicos de importância. Outro ponto a ser levantado está associado a presença ou ausência de um padrão na produção de metabólitos secundários entre as folhas novas (juvenis) ou maduras.

Diante disto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da sazonalidade e das diferentes adubações na classe de metabólitos secundários, nos teores de compostos fenólicos, flavonoides e na produção de biomassa de folhas novas e maduras de *Genipa americana* domesticada após 5 anos de cultivo.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Instalação da Cultura

A cultura foi instalada no Campo Experimental da Universidade Anhanguera-Uniderp, localizada na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul (20° 26' 32,9'' S, 54° 32' 7,7'' W), com altitude de 665 m. O clima da região segundo Koppen-Geiger situa-se na faixa de transição entre o subtipo (Cfa), mesotérmico úmido sem estiagem ou pequena estiagem e o subtipo (Aw) tropical úmido, com estação chuvosa e quente no verão e seca no inverno (Inmet, 2017). No período do experimento, as médias de precipitação e temperatura foram de 81,2 mm e 25,0 °C em abril de 2017 e de 29,0 mm e 24,0 °C em agosto de 2017, respectivamente.

O solo da área experimental é classificado Neossolo Quartzarênico Órtico, com as seguintes características químicas: pH = 5,2 (H<sub>2</sub>O); P = 6 mg/dm<sup>3</sup>; K = 36 mg/dm<sup>3</sup>; Ca = 0,80 cmolc/dm<sup>3</sup>; Mg = 0,50 cmolc/dm<sup>3</sup>; H<sup>+</sup> + Al = 3,8 cmolc/dm<sup>3</sup>; matéria orgânica = 15,7 g/kg<sup>1</sup>; capacidade de troca catiônica = 5,2 cmolc/dm; saturação por bases = 27%; argila = 115 g/kg/dm; silte = 30 g/kg/dm; e, areia total = 855 g/kg (Embrapa, 2011).

Para a correção do solo foi utilizado calcário dolomítico

(PRNT 90 %) (Ribeiro et al., 1999), 1,9 t ha<sup>-1</sup>, mais adubações de base, aplicado a lança e incorporado ao solo a 20 cm de profundidade, 30 dias antes do transplante das mudas.

Para condução do experimento, cinco mudas por parcela, procedentes de propagação sexuada, com um ano de idade, foram transplantadas em covas de 0,3 x 0,3 x 0,3 m, com espaçamento de 3,0 x 3,0 m e irrigadas por gotejamento até os 24 meses.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos, quatro repetições e quatro plantas por parcela. Os tratamentos avaliados foram: (T1) testemunha (sem adubação); (T2) adubação química com 100 g de N, 400 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 75 g de K<sub>2</sub>Cl por cova (0,027 m<sup>3</sup> de solo), com superfosfato simples (18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>Cl) e ureia (45% N) utilizados como fontes); (T3) adubação orgânica (vermicomposto) com 5 kg por cova (0,027 m<sup>3</sup> de solo) de matéria orgânica, obtida pela compostagem do conteúdo ruminal de bovinos por minhocas vermelhas da califórnia (*Eisenia foetida* [Savigny 1826]), durante 30 dias (pH = 7,0; condutividade elétrica = 1,2 mS/dm; P = 260 mg/kg; densidade = 0,39 g/cm<sup>3</sup>; e matéria orgânica = 12,9%); e, (T4) adubação química e orgânica (NPK + vermicomposto) com superfosfato simples, cloreto de potássio, uréia e vermicomposto.

Como a *G. americana* trata-se de uma Rubiaceae, as quantidades totais de fertilizante foram aplicadas seguindo as recomendações para a cultura do café (*Coffea arabica* L.). Para evitar o contato inicial com as raízes o adubo foi aplicado no fundo da cova e incorporado ao solo, enquanto os demais fertilizantes (K e N) foram aplicados ao redor das mudas a cada 95 dias, cada um correspondendo a 10% do total recomendado, totalizando 4 coberturas.

## 2.2 Análise fitoquímica

Para a colheita das folhas optou-se pelo período de início de outono e inverso, pois já é conhecido que as plantas frutíferas em geral no período de verão e com a frutificação na estação chuvosa e maior insolação, os constituintes químicos são deslocados para os frutos (Taiz et al., 2016).

A coleta de folhas novas (N) e maduras (M), nos diferentes tratamentos, meses de abril/2017 (outono) e agosto/2017 (inverno), ocorreu de forma aleatória.

As amostras foram enviadas ao Laboratório de Morfologia Vegetal, limpas e secas em estufa circuladora de ar a 45 °C (Marconi®, MA35) durante 48 horas; após, trituradas em moinho elétrico (Marconi®, MA048). O pó das folhas, dos diferentes tratamentos, foi utilizado para obter o extrato etanólico (ExEtOH) (99,5%) e aquoso (ExH<sub>2</sub>O). A extração ocorreu exaustivamente com os solventes extratores, primeiramente em banho de ultrassom (Ultrasonic Cleaner®) por 60 min, seguido de maceração estática por 24 h sob temperatura ambiente (26 ± 5 °C). Após este período, os extratos foram submetidos a banho de ultrassom (60 min) e mantidos em repouso por mais 24 h, em sequência, foram

filtrados em funil de vidro e algodão. O líquido extrator de cada processo foi reunido e eliminado em rota evaporador e o extrato etanólico e aquoso de cada tratamento submetidos a análise fitoquímica.

As análises, em três repetições, para a determinação de antocianinas, antraquinonas, compostos fenólicos, taninos, flavonoides, cumarinas livres, esteroides e triterpenos, alcaloides, heterosídeos cardiotônicos e cianogênicos e saponinas foram realizadas de acordo com a metodologia de Matos (2009).

Os resultados, comparados com a amostra controle e, para cada teste, as intensidades foram classificadas como sendo parcial (±), baixa intensidade (+), moderada (++) e, alta intensidade (+++) e, negativa (-). Os testes com formação de precipitado (compostos fenólicos, taninos e açúcares redutores) foram realizados em tubos de graduação (No. 8080, Pyrex®) e considerado como baixo (menos de 0,2 cm), parcial (0,2 a 0,5 cm), moderada (0,5 a 0,7 cm) e alta intensidade (0,7 a 1,0 cm) (Fontoura et al., 2015).

Os teores de fenóis totais (FT) foram determinados pelo Método Folin-Ciocalteu's, utilizando 100 mg do extrato bruto de cada amostra. As absorbâncias foram medidas em espectrofotômetro na região de 750 nm (Sousa et al., 2007), em cubetas de quartzo. A análise foi executada por interpolação da absorbância das amostras contra uma curva de calibração e construída com padrões de ácido gálico (EAG 10 a 300 µg/mL). Os extratos ExEtOH e ExH<sub>2</sub>O (100 mg) também foram utilizados para quantificação de flavonoides, seguindo a metodologia descrita por Peixoto Sobrinho et al. (2008). Como padrão foi utilizado a quercetina (QE = 0,5 mg/mL) para construir a curva de calibração nas concentrações de 0,04; 0,2; 0,4; 2; 4; 8; 12; 16; e, 20 µg/mL. A leitura realizada por espectrofotometria no comprimento de onda de 420 nm, em cubetas de quartzo.

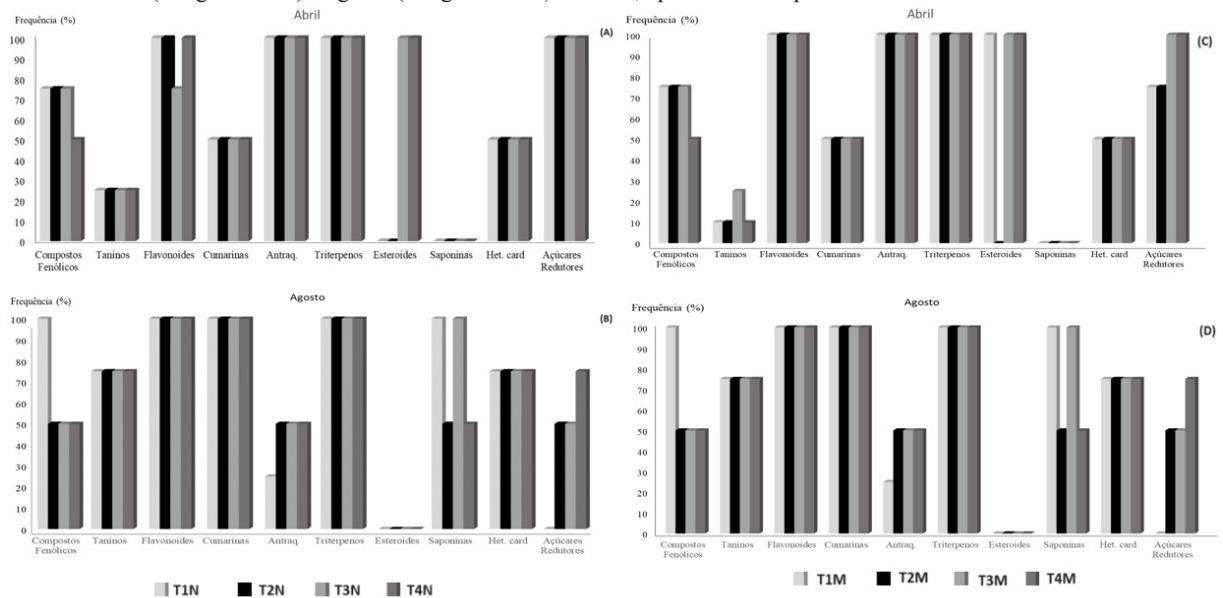
## 2.3 Análise estatística

Os dados de quantificação de compostos fenólicos e flavonoides foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa software Assistat.

## 3 Resultados e Discussão

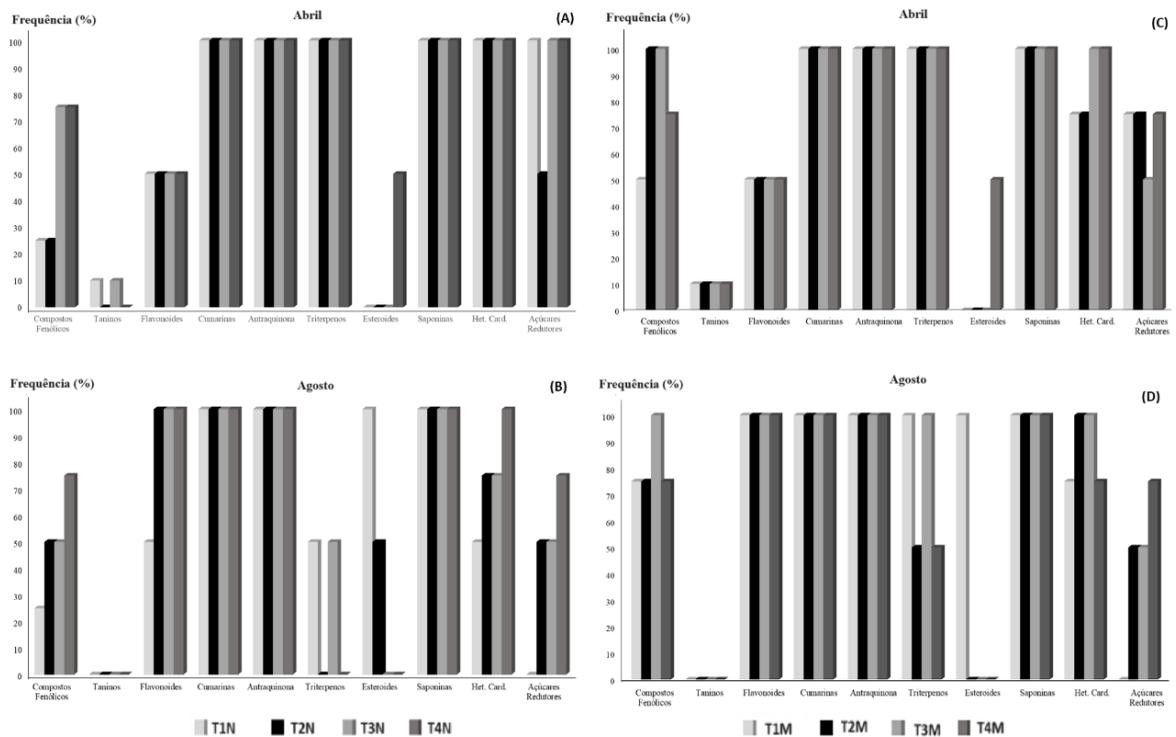
Os resultados das análises indicaram a presença de dez classes de metabólitos secundários (compostos fenólicos, taninos, flavonoides, cumarinas, triterpenos, esteroides, saponinas, heterosídeos cardiotônicos e açúcares redutores). Foi observada a interferência da sazonalidade na intensidade dos compostos entre os diferentes tratamentos e estágio foliar, exceto para antraquinonas, cumarinas e saponinas (100% de intensidade, todas as amostras - extrato aquoso) e triterpenos (100% de intensidade, todas as amostras - extrato etanólico) (Figuras 1 e 2).

**Figura 1** - Classes metabólicas e frequência (%) de extratos etanólicos de folhas jovens (N) e maduras (M) de plantas de *G. americana* coletadas em abril (Imagem A e C) e agosto (Imagem B e D) de 2017, após 5 anos de plantio com diferentes tratamentos



Het. Card.= Heterosídeos cardioativos. T1 = Testemunha; T2 = orgânico; T3 = NPK; T4 = NPK + orgânico; N = Folhas novas; M = Folhas maduras.  
**Fonte:** dados da pesquisa.

**Figura 2** - Classes metabólicas e frequência (%) de extratos aquosos de folhas jovens (N) e maduras (M) de plantas de *G. americana* coletadas em abril (Imagem A e C) e agosto (Imagem B e D) de 2017, após 5 anos de plantio com diferentes tratamentos



Het. Card.= Heterosídeos cardioativos. T1 = Testemunha; T2 = orgânico; T3 = NPK; T4 = NPK + orgânico; N = Folhas novas; M = Folhas maduras.  
**Fonte:** dados da pesquisa.

A sazonalidade interferiu nos constituintes do extrato etanólico (ExEtOH) para os compostos fenólicos, taninos, flavonoides, cumarinas, esteroides, saponinas, heterosídeos cardiotônicos e açúcares redutores, exceto para os triterpenos para as folhas novas e os triterpenos e flavonoides para as folhas maduras.

O etanol (Figura 1 e 2), um solvente orgânico que possui

características hidrofílicas (-OH) e lipofílicas (CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-), favoreceu a extração de grupos químicos de diferentes polaridades com maior intensidade do que à água, um solvente polar com um menor poder extrativo por suas características hidrofílicas. Esta situação pode ser observada nos resultados para saponinas e heterosídeos cardioativos, maior extração, enquanto, os triterpenos e esteroides, grupos mais apolares,

menor poder extrativo.

Os compostos fenólicos em todos os tratamentos foram influenciados pela sazonalidade, exceto para o tratamento T4M (50%). Nos tratamentos T1N, T1M e T4M, sua intensidade foi superior no mês de agosto; já nos tratamentos T1M, T2N, T2M, T3N e T3M, ocorreu predominância em abril.

No extrato aquoso, a sazonalidade não interferiu na intensidade dos compostos fenólicos para os tratamentos T1M, T3M, T4N e T4M, sendo que T3M atingiu 100% em ambos os períodos. Os taninos foram evidenciados nos tratamentos T1N, T1M, T2M, T3N, T3M e T4M, com baixa intensidade (10%), abril. Para os flavonoides, a maior intensidade (100%) nas folhas maduras de todos os tratamentos, mês de agosto, exceto para o tratamento T1M, média intensidade (50%) nos dois meses avaliados (Figuras 1 e 2).

Nas análises dos grupos com menor polaridade, triterpenos e esteroides, foi evidente que para os triterpenos a sazonalidade não influenciou nos tratamentos T1M e T3M, com maior intensidade (100%). Nos demais tratamentos, ocorreu diferença na intensidade, com predominância deste grupo para abril. Os esteroides foram detectados apenas nos tratamentos T1N, T1M e T2M, em agosto e, nos T4N e T4M, em abril (Figuras 1 e 2).

Para o grupo de maior polaridade (saponinas, heterosídeos cardioativos, e açúcares redutores), as saponinas foram predominantes em todas as amostras, independente da época de coleta. Os heterosídeos não diferiram entre os períodos analisados nos tratamentos T1M, T3M e T4N, sendo os últimos de maior intensidade (100%). Nos demais tratamentos, em abril foi superior, exceto para o T2M. Os açúcares redutores foram similares nos T2N, T3M e T4N; nas demais amostras, superiores para o mês de abril.

O grupo dos taninos e cumarinas tiveram o mesmo perfil, efeito da sazonalidade, com predominância para o mês de agosto. Os flavonoides apresentaram maior intensidade em todos os tratamentos, independente da época de coleta (exceto para o T3M, superior em agosto). Já para as antraquinonas, a sazonalidade influenciou todos os tratamentos, sendo superior em abril (exceto T4M, mesma intensidade).

Os esteroides seguiram um perfil semelhante ao extrato aquoso, sendo detectado em abril apenas nas amostras dos tratamentos T4N e T4M e em agosto nos T1M, T3N, T3M. O grupo das saponinas apareceu apenas em agosto nas amostras dos tratamentos T1N, T2N, T3N, T4N e T4M.

As saponinas apresentaram alta intensidade em todas as amostras do extrato aquoso. Este fato pode ser justificado devido sua natureza altamente polar (Santos et al., 2010); porém não se excluiu a possível existência deste composto nos extratos etanólico. A presença deste metabolito pode existir em uma quantidade muito pequena, não identificada pela metodologia utilizada. Bessa et al. (2013), analisando o extrato etanólico das folhas de *G. americana*, em áreas de Cerrado, identificou sua presença.

A sazonalidade também influenciou na intensidade dos heterosídeos cardioativos, sendo agosto, o mês de maior intensidade. Os açúcares redutores também, seguiram este perfil, porém, com maior intensidade no período de abril (Figuras 1 e 2).

No tratamento sem adubação, os compostos fenólicos aumentaram sua concentração de abril para a agosto. Já os que receberam adubação orgânica ou química, reduziram a concentração de compostos fenólicos de abril para agosto, tanto nas folhas novas, como nas maduras. Nos tratamentos com adubação, nas folhas novas e no mês de abril, apresentaram concentrações de compostos fenólicos maiores em relação ao mês de agosto. Este fato foi observado nas folhas maduras, com exceção do tratamento com vermicomposto, que promoveu o aumento dos compostos no mês de agosto (Quadro 1).

**Quadro 1** - Valores médios e desvios padrões dos teores de fenóis totais e flavonoides dos extratos aquosos das folhas de *Genipa americana* coletadas em abril e agosto de 2017, em cultivo com diferentes tratamentos

Amostras	Compostos Fenólicos mg de ácido gálico/g de extrato		Flavonoides mg de quercetina/g de extrato	
	Abril	Agosto	Abril	Agosto
T1N	70,3 ± 0,0 <sup>a</sup>	60,9 ± 0,0 <sup>a</sup>	49,1 ± 0,3 <sup>a</sup>	55,1 ± 0,2 <sup>a</sup>
T1M	151,0 ± 0,0 <sup>d</sup>	134,4 ± 0,0 <sup>d</sup>	46,5 ± 0,0 <sup>a</sup>	98,9 ± 0,6 <sup>b</sup>
T2N	80,5 ± 0,0 <sup>c</sup>	108,6 ± 0,1 <sup>b</sup>	46,6 ± 0,0 <sup>a</sup>	97,2 ± 0,1 <sup>b</sup>
T2M	151,6 ± 0,0 <sup>d</sup>	127,3 ± 0,1 <sup>c</sup>	47,3 ± 0,1 <sup>a</sup>	96,9 ± 0,1 <sup>b</sup>
T3N	194,5 ± 0,0 <sup>c</sup>	170,3 ± 0,8 <sup>f</sup>	46,9 ± 0,1 <sup>a</sup>	100,1 ± 0,8 <sup>b</sup>
T3M	152,9 ± 0,4 <sup>d</sup>	124,2 ± 0,1 <sup>c</sup>	45,0 ± 0,1 <sup>a</sup>	97,3 ± 0,1 <sup>b</sup>
T4N	155,4 ± 0,0 <sup>d</sup>	155,4 ± 0,5 <sup>c</sup>	48,3 ± 0,2 <sup>a</sup>	98,5 ± 0,5 <sup>b</sup>
T4M	145,2 ± 0,3 <sup>d</sup>	133,6 ± 0,9 <sup>d</sup>	46,1 ± 0,0 <sup>a</sup>	96,9 ± 0,9 <sup>b</sup>

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). T1 = Testemunha; T2 = orgânico; T3 = NPK; T4 = NPK + orgânico; N = Folhas novas; M = Folhas maduras.

Fonte: dados da pesquisa.

Nas folhas maduras, os tratamentos que receberam adubação química no mês de agosto apresentaram redução da concentração dos compostos fenólicos e no mês de abril não, sugerindo que a adubação, orgânica ou química, não influenciou os teores de compostos fenólicos. Este fato pode indicar que as folhas mais maduras no período mais seco do ano (agosto) têm mais influência da fonte de fertilização, quando comparada com as folhas mais novas.

No mês de agosto, os teores de flavonoides foram maiores em relação ao mês de abril, tanto nas folhas novas como nas maduras. A adubação orgânica (vermicomposto), tanto no mês de abril como mês agosto, reduziu os teores de flavonoides. No entanto, quando associada a adubação química (NPK + vermicomposto) ocorreu um aumento dos teores de flavonoides nas folhas novas, tanto em abril como em agosto (Quadro 2).

**Quadro 2** - Valores médios e desvios padrões dos teores de fenóis totais e flavonoides dos extratos etanólicos das folhas de *Genipa americana* coletadas em abril e agosto de 2017, em cultivo com diferentes tratamentos

Amostras	Compostos Fenólicos mg de ácido gálico/g de extrato		Flavonoides mg de quercetina/g de extrato	
	Abril	Agosto	Abril	Agosto
T1N	141,1 ± 0,2 <sup>a</sup>	178,1 ± 0,0 <sup>c</sup>	110,3 ± 0,0 <sup>c</sup>	117,1 ± 0,0 <sup>a</sup>
T1M	146,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	160,1 ± 0,0 <sup>d</sup>	114,1 ± 0,0 <sup>c</sup>	120,0 ± 0,0 <sup>b</sup>
T2N	154,8 ± 0,0 <sup>b</sup>	132,3 ± 0,0 <sup>c</sup>	109,5 ± 0,1 <sup>c</sup>	114,9 ± 0,0 <sup>a</sup>
T2M	147,5 ± 0,1 <sup>a</sup>	113,3 ± 0,0 <sup>a</sup>	107,0 ± 0,9 <sup>c</sup>	126,0 ± 0,0 <sup>b</sup>
T3N	155,7 ± 0,0 <sup>b</sup>	121,1 ± 0,1 <sup>b</sup>	89,2 ± 0,01 <sup>a</sup>	126,0 ± 0,1 <sup>b</sup>
T3M	148,1 ± 0,6 <sup>a</sup>	179,6 ± 0,0 <sup>c</sup>	99,8 ± 0,1 <sup>b</sup>	122,2 ± 0,0 <sup>b</sup>
T4N	168,9 ± 0,5 <sup>c</sup>	127,3 ± 0,0 <sup>c</sup>	123,7 ± 0,0 <sup>d</sup>	123,7 ± 0,0 <sup>b</sup>
T4M	145,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	115,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	98,7 ± 0,0 <sup>b</sup>	119,9 ± 0,1 <sup>a</sup>

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Em que: T1 = Testemunha; T2 = orgânico; T3 = NPK; T4 = NPK + orgânico; N = Folhas novas; M = Folhas maduras.

Fonte: dados da pesquisa.

Os compostos fenólicos vegetais constituem um grupo químico heterogêneo. Alguns são solúveis apenas em solventes orgânicos, enquanto outros, como os ácidos carboxílicos e glicosídeos, solúveis em água. Estes apresentam uma diversidade de funções e entre elas, a proteção contra a radiação ultravioleta (UV) (Gershenzon; Engelberth, 2016); assim, o aumento na intensidade destes compostos no período de agosto pode estar relacionado a elevação dos níveis de radiação UV neste período.

O resultado obtido para as folhas novas com adubação química, em relação ao conteúdo de compostos fenólicos, corrobora com os resultados de Salgado et al. (2008) com cafeeiro (*Coffea arabica* L., Rubiaceae), onde as folhas novas apresentaram maior teor de fenóis totais, em relação as maduras. Este fato pode estar correlacionado ao desvio de nutrientes e carboidratos que ocorre para o desenvolvimento das folhas novas, e que, depois dos frutos, são drenos preferenciais. Logo, além de produzir, as folhas novas recebem os nutrientes exportados pelas folhas maduras, que se comportam como fonte de energia.

A adição de nutrientes em uma planta, em particular o nitrogênio, também pode influenciar na produção de compostos químicos (Gobbo-Neto; Lopes, 2007). A partir de doses de nitrogênio no solo e com o aumento da produção da clorofila, aumenta-se a taxa fotossintética da planta. Com base nisso, sugere-se que ocorra uma maior produção de carboidratos e ativação da rota do ácido chiquímico, que converte precursores de carboidratos derivados da glicólise, na formação de compostos fenólicos (Gershenzon; Engelberth, 2016). A adubação nitrogenada (NPK) possui papel importante na nutrição das plantas de desta maneira, e a presença do nitrogênio exerce influência sobre a produção de compostos fenólicos.

França (2017) utilizando o extrato etanólico das folhas de *G. americana*, coletadas na Caatinga cearense, detectou compostos fenólicos, flavonoides, taninos e alcaloides.

Entretanto, o grupo dos esteroides e triterpenoides não foi encontrado. Estas informações podem indicar que diversos fatores, como as características físico-químicas de solo, metodologia de extração, características fenológicas, variações fisiológicas sazonais e ainda variações climáticas anuais, interferem na diversidade e quantidade dos fitoconstituintes (Corrêa Júnior; Ming; Cortez, 2008).

Em relação a influência do fotoperíodo, estudos demonstraram que sua alteração durante as diferentes estações do ano pode interferir na produção dos metabólitos secundários como uma estratégia de defesa da planta (Harborne, 1999). Isto ocorre principalmente, com os compostos fenólicos, agentes de defesa contra vários tipos de estresse causados por patógenos ou condições ambientais adversas (Treutter, 2006).

Os resultados do doseamento de fenóis totais e flavonoides do extrato aquoso (Quadro 1) demonstraram que o teor de fenóis totais no período de abril foi superior nas amostras de folhas novas, tratamentos T3N e T4N, em relação à testemunha. Considerando as folhas maduras, não ocorrem diferenças, com quantidades inferiores as folhas novas. No período de agosto, os extratos das folhas novas apresentaram maior quantidade de compostos fenólicos em T3N, seguido por T4N e T2N, sendo o menor valor para a testemunha (T1N). Já para as folhas maduras, o teor encontrado na testemunha foi superior aos demais, com novamente os teores de fenóis totais superiores nas folhas novas, em relação as maduras.

No doseamento de flavonoides, os teores encontrados em abril e agosto não foram significativamente diferentes. Já entre os períodos, a quantidade observada em agosto foi superior (Quadro 1).

Nos resultados dos extratos etanólicos (Quadro 2), o teor de fenóis em abril foi superior nas amostras de folhas novas dos tratamentos T4N, seguido de T3N e T2N. Em relação as folhas maduras, não ocorreu diferença entre os tratamentos. Em agosto, nas folhas novas, os maiores teores foram observados na testemunha seguido do T2N; nas folhas maduras, e o maior teor foi encontrado nas amostras dos tratamentos T1M e T3M. Considerando ambos os resultados, pode-se dizer que não ocorreu diferença significativa entre os períodos.

No teor de flavonoides, em abril foi observado uma maior quantidade deste composto nas amostras de folhas novas, em relação as maduras, com maiores valores nos tratamentos T4N e T1M. Já em agosto, os teores entre as folhas novas e maduras foram semelhantes e superiores nos tratamentos T2 e T3. Comparando os períodos de coleta, os teores de flavonoides obtidos em agosto foram superiores a abril.

Dentro de um contexto de diferenças climáticas, estudos de Santos et al. (2010) e Chavarria et al. (2011) demonstraram que quando sob estresse hídrico ou restrição hídrica, os níveis de polifenóis tendem a aumentar. Uriu et al. (2018) ao analisarem o teor de fenóis totais em *Vochysia divergens* Pohl, uma arbórea com uso medicinal, observaram que o teor de fenóis totais aumentou ao longo dos períodos sazonais,

sendo influenciada indiretamente pelo pulso de inundação e diretamente pela fenologia da planta. Logo, a planta ao ser submetida a uma situação de estresse, aumenta suas defesas, induzindo o aumento na produção de compostos fenólicos.

Segundo Formiga et al. (2009) as maiores concentrações de fenóis totais foram registradas no período de seca, afirmando também, que o estresse hídrico interferiu na produção de metabólitos da via do chiquimato. Este são fatores que explicam o perfil de variação dos fenóis totais nas espécies. Esses estudos corroboram com os resultados obtidos, uma vez que, a maior intensidade destes compostos foi observada na estação seca, ou seja, em agosto.

A região centro-oeste apresentou altos níveis de radiação UV e segundo dados do INPE, no período de agosto estes índices aumentaram gradativamente (Inmet, 2017). Assim, levando-se em consideração que os compostos fenólicos vegetais apresentam uma diversidade de funções e entre elas, a proteção contra a radiação ultravioleta (Taiz; Zeiger, 2016), o aumento na intensidade destes compostos no período de agosto pode estar relacionado a elevação dos níveis de radiação UV.

Da mesma forma, os flavonoides protegem as células contra o excesso de radiação UV-B, pois se acumulam nas camadas epidérmicas das folhas e caules e absorvem intensamente esta luz, enquanto permitem a passagem contínua dos comprimentos de luz visível (Gershenson; Engelberth, 2016). Assim, o aumento da exposição das plantas à luz UV-B resultou numa maior síntese de flavonas e flavonóis.

Considerando que o cultivo em estudo está em idade juvenil, a presença de flavonoides também pode estar relacionada ao processo de desenvolvimento da planta. Isto ocorre porque alguns flavonoides podem remover inibidores do efluxo de auxinas (IEAs), hormônio de crescimento das plantas de membranas vegetais e inibir a atividade de proteínas fosfotransferases, que modificam a atividade ou localização de transportadores de auxina. No entanto, até o momento, não foi demonstrado que os flavonoides diretamente sintetizados regulem in vivo a atividade dessas proteínas (Stout; Bernasconi; Murphy, 2016).

#### 4 Conclusão

A produção dos metabólitos secundários e o teor de compostos fenólicos e flavonoides na espécie *Genipa americana*, coletada nos diferentes períodos e diferentes tipos de adubação, sofre influência sazonal, alterando suas concentrações.

A avaliação entre os fitoconstituintes das folhas novas e maduras, resultantes de diferentes tipos de adubação é influenciada pelos fatores ambientais existentes no cultivo.

Os solventes utilizados para a extração dos metabólitos secundários influenciam nos resultados da análise, sugerindo o uso das folhas novas nos tratamentos TN3, para extração com etanol, e no tratamento TN4, para extração com água, para uso medicinal, por apresentarem maiores teores de

compostos fenólicos.

#### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e, da Universidade Anhanguera-Uniderp, através do pagamento de bolsa de estudo, pelas bolsas de produtividade em pesquisa do CNPq. Ao CNPq, INAU, CPP, FUNDECT e FUNADESP, pelo apoio financeiro e à Universidade Anhanguera-Uniderp, pelo financiamento do Grupo de Pesquisa em Produtos Naturais (PPN).

#### Referências

- AGRA, M. D. F. et al. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. *Rev. Bras. Farmacog.*, v.18, n.3, p.472-508, 2008. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000300023>.
- ALMEIDA, E. R. Plantas medicinais brasileiras: conhecimentos populares e científicos. São Paulo: Hemus, 1993.
- ALVES, J. S. et al. Iridoids from leaf extract of *Genipa americana*. *Rev. Bras. Farmacog.*, v.27, p.641-644, 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2017.03.006> 0102-695X
- BESSA, N.G.F. et al. Prospecção fitoquímica preliminar de plantas nativas do cerrado de uso popular medicinal pela comunidade rural do assentamento vale verde - Tocantins. *Rev. Bras. Plantas Med.*, v.15, n.4, p.692-707, 2013. doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000500010>
- CAMARGO, M.G.G. et al. Effects of environmental conditions associated to the cardinal orientation on the reproductive phenology of the Cerrado savanna tree *Xylopia aromatica* (Annonaceae). *Na. Acad. Bras. Cienc.*, v. 83, p. 1007-1019, 2011.
- CANAZILLES, K.S.A. A produção e a comercialização do artesanato Kinikinau em Mato Grosso do Sul. Campo Grande: Uniderp, 2013.
- CHAVARRIA, G. et al. Relações hídricas, rendimento e compostos fenólicos de uvas cabernet sauvignon em três tipos de solo. *Bragantia*, v.70, n.3, p.481-487, 2011. doi: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052011005000004>
- CORRÊA JÚNIOR, C.; MING, L.C.; CORTEZ, D.A.G. Sazonalidade na produção de raízes e teor de  $\beta$ -ecdisona em acessos de fáfia. *Hortic. Bras.*, v.26, n. 3, p. 393-397, 2008. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000300020>
- CORRÊA, M.P.; PENA, L. A. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: MS, 1984.
- DAMIANI, C. et al. Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guineensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). *Food Sci. Technol.*, v. 31, n. 3, p. 723-729, 2011. doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000300026>
- DELPRETE, P.G.; SMITH, L.B.; KLEIN, R.M. Flora ilustrada catarinense: Rubiáceas. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, 2005.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análises de solos. Rio de Janeiro: Embrapa, 2011.
- ERBANO, M.; DUARTE, M.R. Morfoanatomia de folha e caule de *Genipa americana* L., Rubiaceae. *Rev. Bras.Farmac.*, v.20, n.6, p.825-832, 2010. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010005000032>

- FERREIRA, F.L.V.; RODRIGUES, L.N.; SILVA, F.B. Performance evaluation of climate models in the simulation of precipitation and average temperature in the Brazilian Cerrado. *Theoretical Appl. Climatol.*, v.155, n.2, p.845-857, 2024. doi: <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04665-0>.
- FONTOURA, F.M. et al. Seasonal effects and antifungal activity from bark chemical constituents of *Sterculia apetala* (Malvaceae) at Pantanal of Miranda, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Acta Amaz.*, v.45, n.3, p. 283-292, 2015. doi: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201500011>
- FORMIGA, A.T. et al. Relações entre o teor de fenóis totais e o ciclo das galhas de Cecidomyiida e em *Aspidosperm spruceanum* Müll. Arg. (Apocynaceae). *Acta Bot. Bras.*, v.23, n.1, p.93-99, 2009. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000100012>
- FRANÇA, F.V. Estudo fitoquímico e atividade antioxidante de extrato etanólico de *Genipa americana*. *Rev. Mundi Saúde Biol.*, v.2, n.2, p.1-12, 2017. doi: <https://doi.org/10.21575/25254766msb2017vol2n2393>
- FREITAS, B.C.B. et al. Fruits of the Brazilian Cerrado are a potential alternative for food tourism and regional development. *Braz. J. Food Technol.*, v. 27, e2023117, 2024. doi: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.11723>.
- GERSHENZON, J.; ENGELBERTH, J. E. Metabólitos secundários e defesa vegetal. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. In: *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2016. p.369-400.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Quím. Nova*, v.30, n.2, p.374-381, 2007. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026>
- HARBORNE, J.B. Classes and functions of secondary products. In: *Chemicals from plants, perspectives on secondary plant products*. London: Imperial College, 1999. p. 1-25.
- INMET, BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- KFFURI, C.W. et al. Antimalarial plants used by indigenous people of the Upper Rio Negro in Amazonas, Brazil. *J. Ethnopharmacol.*, v.178, p.188-198, 2016. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.11.048>
- KISSMANN, C. et al. Germination performance of congeneric *Styrax* species from the Cerrado sensu lato areas and their distribution pattern in different physiognomies. *Flora*, v. 207, p. 673-681, 2011. doi: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2012.06.019>.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Dessa: Instituto Plantarum, 2020.
- LI, Y. et al. The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. *Plant Physiol. Biochem.*, v.148, p.80-89, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.01.006>.
- MANFREDI, C. et al. Fenologia de *Genipa americana* L. em plantio homogêneo no município de Vitória da Conquista, BA. *Simpósio de Ciências Florestais*, v.1, p.1-6, 2023. doi: <http://anais2.uesb.br/index.php/sicflor/article/view/389>
- MATOS, F.J.A. Introdução à fitoquímica experimental. Fortaleza: Edições UFC, 2009.
- MONTANARI JUNIOR, I. Domesticação de plantas medicinais. *Informe Agropecuário*, v. 31, n. 255, p. 1-5, 2010.
- MORZELLE, M.C. et al. Caracterização química e física de frutos de Curriola, gabirola e murici provenientes do cerrado brasileiro. *Rev. Bras. Frutic.*, v.37, n.1, p.96-103, 2015. doi: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-036/14>
- MOURA, S.M.S.; SOUSA, S.R.S.; CONDE JÚNIOR, A.M. *Genipa americana*: prospecção tecnológica. *J. Interdisc. Bioc.*, v.1, n.2, p.31-35, 2016. doi: <https://doi.org/10.26694/2448-0002.v1i2iss2pp31-35>
- OMENA, C.M.B. et al. Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities of ethanol extracts of peel, pulp and seeds of exotic Brazilian fruits. *Food Res Inter.*, v. 9, n.1, p.334-344, 2012. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.010>
- OLIVEIRA, A.K.M. et al. Effects of fertilisation on the initial growth and diversity of secondary metabolites in *Genipa americana*. *Rev. Agron. Meio Amb.*, v.16, n.1, p.1 - 18, 2023. doi: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2023v16n1e10144>.
- OVERBECK, G.E. et al. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. *Divers. Distrib.*, v.21, p.1455-1460, 2015. doi: <https://doi.org/10.1111/ddi.12380>
- PEIXOTO SOBRINHO, T.J.S. et al. Validação de metodologia espectrofotométrica para quantificação dos flavonóides de *Bauhinia cheilantha* (Bongard) Steudel. *Rev. Bras. Cienc. Farm.*, v.44, n.4, p.683-689, 2008. doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-93322008000400015>
- POMPEU, J.; ASSIS, T.O.; OMETTO, J.P. Landscape changes in the Cerrado: Challenges of land clearing, fragmentation and land tenure for biological conservation. *Science Total Environ.*, v.906, p.167581, 2024. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167581>.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Comissão de Fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 359p.
- RIBEIRO, J.; COLLI, G.R.; SOARES, A.M.V.M. The anurofauna of a vanishing savanna: the case of the Brazilian Cerrado. *Biodivers. Conserv.*, v. 29, p.1993-2015, 2020. doi: <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1468-8>
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: *Cerrado: ecologia e flora*. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. *Embrapa Informação Tecnológica*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p.151-212.
- SALGADO, P.R. et al. Total phenol concentrations in coffee tree leaves during fruit development. *Sci. Agric.*, v.65, n.4, p.354-359, 2008. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162008000400005>
- SANTOS, M.G. et al. Recursos vegetais da Restinga de Carapebus, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Biol. Neotr.*, v.6, n.1, p.35-54, 2010. doi: <https://doi.org/10.5216/rbn.v6i1.12628>
- SOUSA, C.M.D.M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Quím. Nova*, v.30, n.2, p.351-355, 2007. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200021>
- STOUT, R.G.; BERNASCONI, P.; MURPHY, A. Auxina: o primeiro hormônio do crescimento vegetal descoberto. In: *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2016. p. 543-580.
- TAIZ, L. et al. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.
- TREUTTER, D. Significance of flavonoids in plant resistance: a review. *Environ. Chem. Lett.*, v.4, n.3, p.147-157, 2006. doi: <https://doi.org/10.1007/s10311-006-0068-8>.
- URIU, D M. et al. Temporal variation of the total phenolic compounds concentration in *Vochysia divergens* Pohl. (Vochysiaceae) leaves in the Brazilian Pantanal. *Rev. Árvore*, v.41, n.3, 2018. doi: <https://doi.org/10.1590/1806-90882017000300016>.

VOURLITIS, G.L. et al. Tree growth responses to climate variation in upland and seasonally flooded forests and woodlands of the Cerrado-Pantanal transition of Brazil. *Forest Ecol. Manag.*, v.505, 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119917>

WEICHERT, R.F. et al. Cerrado in focus: the vital role of the Cerrado in the planet's biodiversity. *Contrib. Cienc. Soc.*, v.17, n.2, p.e5378-e5378, 2024. doi: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.2-304>.