

REVISTA

DESAFIOS

ISSN: 2359-3652

V.12, n.4, julho/2025 - DOI: 10.20873/2025_jul_19729

CARACTERIZAÇÃO MORFOFISIOLÓGICA DE UMA COLEÇÃO DE GERMOPLASMA DE *Hancornia speciosa* GOMES (MANGABEIRA)

MORPHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF A GERMPLASM COLLECTION OF Hancornia speciosa GOMES (MANGABEIRA)

CARACTERIZACIÓN MORFOFISIOLÓGICA DE UNA COLECCIÓN DE GERMOPLASMA DE Hancornia speciosa GOMES (MANGABEIRA)

Ronaldo Rodrigues Coimbra:

Professor da Universidade Federal do Tocantins (UFT), E-mail: ronaldo.rc@uft.edu.br | Orcid.org/ 0000-0002-2888-7817

Expedito Alves Cardoso:

Professor da Universidade do Estado do Tocantins (UNITINS). E-mail: expedito.ac@unitins.br | Orcid.org/0009-0000-6794-7678

Jhonata Nascimento Ferreira:

Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). E-mail: nascimento.ferreira@mail.uft.edu.br | Orcid.org/0009-0003-5175-2317

Natallya Câmara Rosa

Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). E-mail: natallya.camara@mail.uft.edu.br | Orcid.org/0009-0002-2714-2079

Guilherme Rocha dos Santos:

Mestre em Biodiversidade e Ecologia e Conservação - Ppgbec (UFT). E-mail: guilhermerochasantos@hotmail.com | Orcid.org/0000-0002-2914-9779

RESUMO:

O estudo visou caracterizar morfofisiologicamente uma coleção de germoplasma de *Hancornia speciosa* Gomes, mangabeira, de forma a se compreender a variabilidade e fornecer subsídios para estratégias de conservação e uso sustentável. A coleção de germoplasma é composta por 14 genótipos oriundos de três populações naturais localizadas na região de Porto Nacional – TO. Os genótipos foram avaliados quanto a variáveis morfofisiológicas, utilizando estatísticas descritivas, correlação de Pearson, teste de Kruskal-Wallis e análise de componentes principais (PCA). A PCA revelou variabilidade entre os genótipos, principalmente em relação ao volume da copa, altura da ramificação principal e concentração interna de CO₂. Essa variabilidade é essencial para a conservação da espécie, indicando potencial significativo para a conservação e uso sustentável dos recursos genéticos da mangabeira, sendo identificados genótipos promissores por apresentarem características morfofisiológicas vantajosas.

PALAVRAS-CHAVE: Mangaba, Recursos Genéticos, Cerrado.

ABSTRACT:

The study aimed to morphophysiological characterize a germplasm collection of Hancornia speciosa Gomes (mangabeira) to understand its variability and provide insights for conservation strategies and sustainable use. The germplasm collection consists of 14 genotypes from three natural populations located in the Porto Nacional region, Tocantins, Brazil. The genotypes were evaluated for morphophysiological variables using descriptive statistics, Pearson correlation, the Kruskal-Wallis test, and principal component analysis (PCA). PCA revealed variability among the genotypes, mainly regarding canopy volume, main branch height, and internal CO₂ concentration. This variability is crucial for species conservation, indicating significant potential for the conservation and sustainable use of mangabeira's genetic resources, with promising genotypes identified due to their advantageous morphophysiological traits.

KEYWORDS: Mangaba, Genetic resources, Savana.

RESUMEN:

El estudio tuvo como objetivo caracterizar morfofisiológicamente una colección de germoplasma de Hancornia speciosa Gomes (mangabeira) para comprender su variabilidad y proporcionar información para estrategias de conservación y uso sostenible. La colección de germoplasma está compuesta por 14 genotipos procedentes de tres poblaciones naturales ubicadas en la región de Porto Nacional, Tocantins, Brasil. Los genotipos fueron evaluados en cuanto a variables morfofisiológicas, utilizando estadísticas descriptivas, correlación de Pearson, la prueba de Kruskal-Wallis y análisis de componentes principales (PCA). El PCA reveló variabilidad entre los genotipos, principalmente en relación con el volumen de la copa, la altura de la rama principal y la concentración interna de CO₂. Esta variabilidad es esencial para la conservación de la especie, lo que indica un potencial significativo para la conservación y el uso sostenible de los recursos genéticos de la mangabeira, identificándose genotipos prometedores por presentar características morfofisiológicas ventajosas.

Palabras clave: Mangaba, Recursos genéticos, Sabana.

INTRODUÇÃO

A pressão humana crescente sobre o Cerrado tem colocado em risco os seus recursos fitogenéticos. Entre as espécies diretamente afetadas por essa intervenção destaca-se a *Hancornia speciosa* Gomes, popularmente conhecida como mangabeira. A conversão de áreas naturais em terras agrícolas e urbanas tem levado a uma erosão genética significativa dessa espécie, devido à perda ou alteração de seu habitat natural (Aleixo *et al.*, 2010; Ganga *et al.*, 2010).

A planta possui porte médio, de 2 a 10 m de altura, apresenta copa irregular e troncos tortuosos, ramificados e ásperos (Soares *et al.*, 2007). As folhas são opostas, simples, pecioladas, glabras, brilhantes e coriáceas, com formato elíptico (Silva Júnior e Lédo, 2006). As flores, hermafroditas e perfumadas, possuem coloração branca e um longo e estreito tubo floral com anteras na região apical; não apresentam fusão e são polinizadas por diversos insetos lepidópteros (Darroult e Schlindwein, 2006). Os frutos são bagas com formato elipsoide ou arredondado e possuem um exocarpo amarelo. A polpa é doce, aromática, e apreciada por seu sabor exótico, alta acidez e elevado teor de sólidos solúveis (Costa *et al.*, 2011).

A *H. speciosa* é encontrada em regiões de clima tropical seco, caracterizadas por solos menos férteis e ácidos, como os Cerrados das regiões Centro-Oeste e Sudeste, além dos tabuleiros arenosos das áreas elevadas do Norte e Nordeste do Brasil. A planta possui um sistema radicular eficiente, capaz de explorar um grande volume de água e nutrientes nas camadas profundas do solo (Medeiros *et al.*, 2011; Koch *et al.*, 2024; Andersen e Andersen, 1988).

Seus frutos são consumidos tanto *in natura* quanto processados, sendo utilizados na produção de sorvetes, geleias e doces (Oliveira *et al.*, 2017), possui elevado valor nutritivo, medicinal e econômico (Ferreira e Marinho, 2007). Além disso, a espécie possui potencial para atividades como reflorestamento, recuperação de áreas degradadas e paisagismo urbano (Almeida *et al.*, 2019).

As folhas desta planta possuem potencial antidiabético, demonstrando efeitos inibitórios significativos sobre a α -glucosidase e aumento na captação de glicose (Pereira *et al.*, 2015). O extrato bruto hidroetanólico das folhas destacam sua fitoquímica e o potencial tóxico associado (Arraes *et al.*, 2022).

Outras investigações apontam para suas ações gastroprotetoras, cicatrizantes e capacidade de inibir *Helicobacter pylori*, sugerindo aplicações terapêuticas adicionais (Moares *et al.*, 2008). A *H. speciosa* também tem sido explorada por seu potencial como agente anti-hipertensivo, demonstrando efeitos significativos na redução da pressão arterial (Silva *et al.*, 2016). Também têm sido relatadas propriedades anti-inflamatórias de seu látex (Marinho *et al.*, 2011).

Além de seu valor intrínseco e importância ambiental, a *H. speciosa* desempenha um papel socioeconômico e cultural significativo (Oliveira, *et al.*, 2017). Por isso, torna-se imprescindível a implementação de estratégias eficazes de conservação dos seus recursos genéticos. Recursos esses que podem ser conservados nos seus habitats naturais (*in situ*), em condições diferentes às do seu habitat natural (*ex situ*), ou combinando os dois métodos. A conservação *ex situ* pertence a um importante conjunto de atividades que compõe o manejo e conservação de recursos genéticos e é vista como complementar a conservação *in situ*, uma vez que, não é possível se conservar *ex situ* todas as espécies (Jaramillo e Baena, 2000).

A conservação *ex situ* em campo experimental é particularmente relevante para espécies como a *H. speciosa* devido à sua biologia peculiar, uma vez que, suas sementes são recalcitrantes, perdendo rapidamente a viabilidade após serem extraídas dos frutos, sendo essa fragilidade uma preocupação adicional (Soares *et al.*, 2007). Essa característica torna-se especialmente evidente durante a conservação *ex situ*, pois essas sementes não suportam condições de baixa temperatura e umidade observadas em câmaras frias. Tal fato inviabiliza o armazenamento tradicional em bancos de germoplasma na forma de sementes, destacando-se a necessidade de métodos alternativos. Por isso, a conservação em campo experimental não apenas protege a diversidade genética, mas também promove sua utilização sustentável, e em muitos casos contribui para a segurança alimentar e o desenvolvimento econômico (FAO, 2010).

O objetivo deste estudo foi realizar a caracterização morfofisiológica de uma coleção de germoplasma de *H. speciosa*, visando compreender a variabilidade existente na coleção de germoplasma, fornecendo subsídios para

a elaboração de estratégias de conservação e utilização sustentável dos seus recursos genéticos.

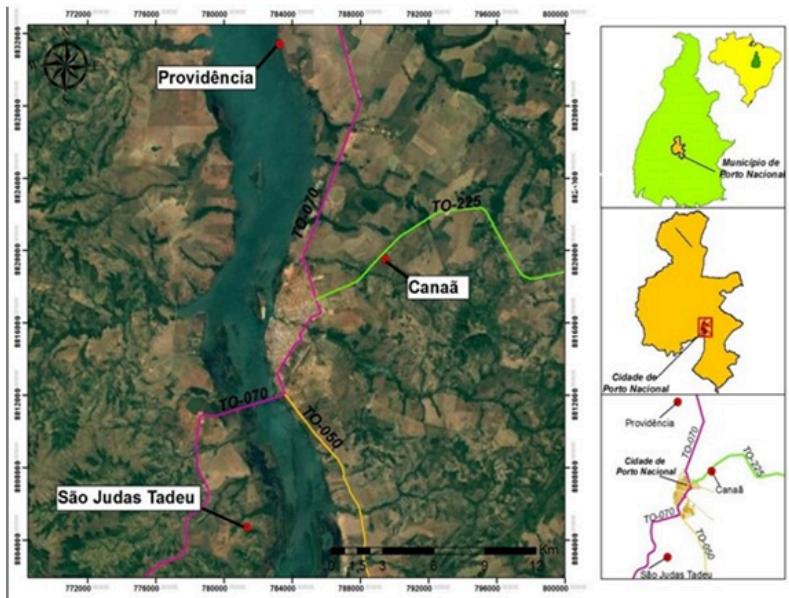
MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada a prospecção de genótipos em três populações naturais de *Hancornia speciosa* em áreas de cerrado típico de propriedades particulares localizadas no município de Porto Nacional – TO, sendo estas chamadas de população Canaã ($10^{\circ}40'23,1''$ S e $48^{\circ}20'54,3''$ O; altitude de 280 m); população Providência ($10^{\circ}33'31,2''$ S e $48^{\circ}24'43,8''$ O; altitude de 220 m) e população São Judas Tadeu ($10^{\circ}48'0,6''$ S e $48^{\circ}25'37,3''$ O; altitude de 260 m), (Figura 1).

O município de Porto Nacional está a 212 metros de altitude e o clima da região é caracterizado pela ocorrência de duas estações: uma estação seca (de maio a setembro) e uma estação chuvosa (de outubro a abril), clima tipo Aw segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 26,1 °C e a precipitação média em torno de 1667,9 mm (Souza & Gomes, 2012).

Em novembro de 2017 foram coletados vinte frutos em estágio de maturação fisiológica em sete genótipos de cada população, sendo os mesmos georreferenciados com o auxílio de um receptor do Sistema de Posicionamento Global por satélite (GPS) e numerados com plaquetas de alumínio. Os genótipos foram amostrados considerando-se estudos preliminares (Freitas *et al.*, 2012; Pinheiro *et al.*, 2018, Coimbra *et al.*, 2020) onde foram realizadas a caracterização morfológica de plantas, frutos e sementes e posterior análise de DNA, sendo identificados os genótipos mais representativos da variabilidade genética dessas populações naturais, e amostrado um total de 14 genótipos para a composição da Coleção Ativa de Germoplasma de Mangaba.

Figura 1 – Localização das áreas estudadas: Canaã, Providência e São Judas Tadeu. Município de Porto Nacional - TO.



Após a completa maturação dos frutos coletados, os mesmos foram despolpados manualmente e as sementes oriundas de um mesmo genótipo foram agrupadas. As sementes foram limpas com o objetivo de retirar ao máximo a polpa aderida a elas sem danificá-las e posteriormente desinfetadas com imersões seguidas, sendo uma em álcool 70% por um minuto, uma em hipoclorito de sódio (NaClO) a 2,5% por 10 minutos, e em água destilada e autoclavada por 10 minutos cada.

No Viveiro de Mudas do Núcleo de Estudos Ambientais (NEAMB) após dois dias da retirada das sementes dos frutos foi realizada a semeadura em sacos de polietileno 18 x 24 cm, contendo solo de Cerrado (Latossolo Vermelho), onde foram semeadas quatro sementes por saco. Aos 45 dias após a semeadura, foi realizado o desbaste, sendo deixadas duas plântulas por saco. Foi utilizada uma taxa de sombreamento do viveiro de 50%, e semeadura a um centímetro de profundidade. A remoção de plantas espontâneas foi realizada manualmente. A irrigação foi realizada periodicamente de modo a manter-se a disponibilidade de água em capacidade de campo.

Em janeiro de 2019 a Coleção de Germoplasma de Mangaba (*Hancornia speciosa*) foi implantada no Centro Agro tecnológico de Palmas, situado em uma área experimental com solo do tipo latossolo vermelho-amarelo, pertencente à Universidade do Estado do Tocantins (UNITINS). As mudas com aproximadamente um ano de idade foram

plantadas na área experimental a um espaçamento de 7 m entre plantas e entre linhas. A parcela experimental foi composta de uma linha contendo 3 plantas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições. Não foram realizadas adubações, somente eliminação periódica de plantas espontâneas. Os genótipos utilizados foram numerados conforme a população de origem, sendo três acessos da população Canaã (C1, C2 e C3), cinco da população São Judas Tadeu (SJT1, SJT2, SJT3, SJT4 e SJT5) e seis da população Providência (P1, P2, P3, P4, P5 e P6).

Em maio de 2024 os genótipos foram avaliados em relação às variáveis: Altura da planta (ALT, m), circunferência do caule a 30 cm do solo (CC, cm), altura do início da ramificação principal (ARP, m), diâmetro médio da copa (DMC, m), calculado a partir da média entre diâmetro norte-sul (DNS, m) e diâmetro leste-oeste (DLO, m), índice de conformação da copa (ICC, adimensional), obtido pela relação entre a altura da planta e o diâmetro médio da copa e volume da copa (VC, m³), calculado utilizando-se a fórmula: $V=2/3 \pi H r^2$, onde: V = volume da copa; H = altura da planta (m) e r = raio da copa (m).

Para a caracterização fisiológica foram realizadas medições foliares utilizando-se um analisador de Gases por Infravermelho (IRGA), que permite a análise das trocas gasosas nas folhas. As medições foram realizadas em seis folhas jovens, saudáveis e não sombreadas em cada genótipo, sendo avaliados os parâmetros: Concentração Interna de CO₂ (Ci, µmol.mol⁻¹), refere-se à concentração de dióxido de carbono dentro do espaço intercelular das folhas das plantas; Taxa de Fotossíntese ou Assimilação (A, µmol m⁻²s⁻¹), que indica a taxa na qual as plantas absorvem CO₂ e produzem compostos orgânicos usando energia luminosa; Transpiração (E, mmol m⁻²s⁻¹), referente à perda de água pelas folhas das plantas na forma de vapor, geralmente como resultado do processo de abertura dos estômatos para permitir a entrada de CO₂ durante a fotossíntese; Eficiência do uso da água (EUA, µmol CO₂/mmol H₂O) obtida pela relação A/E e a Eficiência fotossintética (EF, mol m⁻² s⁻¹), obtida pela relação A/Ci.

Visando a caracterização morfofisiológica dos genótipos foram realizadas estatísticas descritivas com os dados obtidos e a relação entre as variáveis estimada pelo coeficiente de correlação de Pearson. Os genótipos

foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade. Para o estudo de diversidade foi realizada a análise de componentes principais (PCA), sendo elaborado um gráfico de dispersão com base nos três primeiros componentes principais e verificação das variáveis que mais contribuíram para a divergência entre os genótipos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa entre os genótipos oriundos de uma mesma população em relação às variáveis mensuradas (Tabela 1). Ao se agrupar os genótipos por população de origem, também não se verificam diferenças entre os grupos de genótipos, indicando que apresentam médias semelhantes quando não houve a aplicação de métodos de melhoramento para aumento das médias das variáveis de valor econômico.

As médias gerais das variáveis avaliadas foram: altura média da copa (ALT) de 2,13 m, circunferência do caule (CC) de 17,64 cm, altura da ramificação principal (ARP) de 46,32 cm, diâmetro médio da copa (DMC) de 1,99 m, índice de conformação da copa (ICC) de 1,12, volume da copa (VC) de 5,0 m³, concentração interna de CO₂ de 296,95 µmol mol⁻¹, taxa de assimilação (A) de 4,32 µmol m⁻² s⁻¹, taxa de transpiração (E) de 1,42 mmol m⁻² s⁻¹, eficiência do uso da água (EUA) de 3,11 µmol CO₂/mmol⁻¹ H₂O e eficiência fotossintética de 0,0150 mol m⁻² s⁻¹ (Tabela 1).

Alves et al. (2024), ao trabalhar com plantas de *H. speciosa*, mensuraram o diâmetro e a altura de plantas com aproximadamente 3,5 anos de idade cultivadas em campo experimental. Eles observaram valores inferiores aos encontrados no presente estudo, com uma circunferência do caule em torno de 8,8 cm e uma altura de aproximadamente 0,9 m. Essas diferenças provavelmente refletem as variações genéticas, as diferentes fases de crescimento e a adaptação às condições específicas de cada ambiente.

O Índice de Conformação da Copa (ICC) é uma medida importante para avaliar a simetria da copa das plantas. Valores próximos a 1,0 indicam uma copa simétrica, enquanto valores mais altos apontam para uma copa mais esguia e valores mais baixos sugerem uma copa mais espalhada (Silva Junior *et al.*, 2007). Assim, se observa que os genótipos da coleção de germoplasma

apresentam, em média, copas ligeiramente esguias, sugerindo uma tendência a estruturas mais verticais do que espalhadas. Essa classificação é útil para entender a adaptação estrutural das plantas e seu potencial para maximizar a área foliar disponível para a fotossíntese, sendo uma característica importante para o estabelecimento de plantações comerciais, onde a eficiência no uso da luz influencia diretamente a produtividade.

Freitas *et al.*, 2012, estudando a população Canaã em condições naturais observaram uma média de 0,93 para o índice de conformação de copa, resultado similar ao obtido para as plantas dessa população no presente estudo (0,95). Esses valores indicam que as plantas da coleção de germoplasma mantêm uma conformação da copa comparável às plantas em populações naturais, sugerindo que, mesmo em condições experimentais, elas preservam características morfológicas similares às de seus habitats nativos. Entretanto Silva Junior *et al.* (2007) estudando populações naturais de *H. speciosa* em Pernambuco nos municípios de Maracaípe, Nazaré e Areias de Zé, encontraram valores de ICC variando entre 0,7, 0,8 e 1,3, respectivamente, destacando a variabilidade deste índice em populações naturais.

Em copas esguias, as folhas são frequentemente distribuídas de maneira que a luz solar penetre mais profundamente no dossel, fato esse que pode aumentar a quantidade de luz disponível para as folhas internas, melhorando a eficiência fotossintética dessas folhas que, de outra forma, estariam sombreadas. A arquitetura esguia também pode favorecer a ventilação dentro da copa, facilitando as trocas gasosas (CO_2 e O_2) e a transpiração.

Tabela 1 - Genótipos, médias e coeficientes de variação de variáveis morfofisiológicas de acessos de uma coleção de germoplasma de *H. speciosa*, Palmas – TO, 2024. ALT: altura da planta (m); CC: circunferência do caule (cm); ARP: altura da ramificação principal (cm); DMC: diâmetro médio da copa (m); ICC: índice de conformação da copa (adimensional); VC: volume da copa (m^3); Ci: Concentração Interna de CO_2 ($\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$); A: Taxa Assimilação ou Fotossíntese ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$); E: transpiração ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$); EUA: eficiência do uso da água ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mmol H}_2\text{O}^{-1}$); EF: Eficiência fotossintética ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Var. Gen.	ALT	CC	ARP	DMC	ICC	VC	Ci	A	E	EUA	EF
C1	1,70 a	15,55 a	37,39 a	1,86 a	0,91 a	12,38 a	300,0 a	3,3 a	1,34 a	2,46 a	0,0112 a
C2	1,82 a	18,84 a	40,89 a	2,17 a	0,84 a	18,07 a	299,3 a	2,7 a	1,10 a	2,22 a	0,0102 a
C3	2,30 a	19,76 a	55,29 a	2,16 a	1,10 a	27,86 a	278,0 a	5,9 a	1,51 a	3,92 a	0,0213 a
Media Canaã	1,94 A*	18,05 A	44,52 A	2,06 A	0,95 A	19,44 A	292,44 A	3,96 A	1,31 A	2,97 A	0,0138 A
CV	16,37	12,26	21,31	8,54	14,16	40,28	4,28	42,88	15,65	32,10	43,14
SJT1	1,94 a	15,68 a	46,64 a	1,80 a	1,08 a	13,40 a	322,8 a	2,5 a	1,29 a	1,85 a	0,0084 a
SJT2	2,44 a	20,10 a	37,83 a	2,15 a	1,14 a	23,46 a	319,8 a	4,0 a	1,75 a	2,04 a	0,0135 a
SJT3	2,35 a	19,69 a	53,00 a	2,28 a	1,40 a	36,59 a	293,2 a	3,5 a	1,15 a	2,64 a	0,0126 a
SJT4	1,58 a	13,87 a	58,00 a	1,48 a	1,18 a	7,45 a	304,7 a	4,2 a	1,44 a	2,66 a	0,0157 a
SJT5	2,36 a	17,56 a	44,50 a	2,32 a	1,04 a	27,63 a	249,7 a	5,1 a	0,97 a	5,87 a	0,0208 a
Media SJT	2,14 A	17,38 A	47,99 A	2,01 A	1,17 A	21,70 A	298,42 A	3,89 A	1,33 A	3,05 A	0,0135 A
CV	17,15	15,22	16,22	17,86	12,02	53,13	9,91	24,75	22,46	54,37	31,98
P1	2,49 a	21,88 a	33,61 a	2,43 a	1,03 a	31,48 a	283,7 a	6,2 a	1,48 a	4,25 a	0,0218 a
P2	2,28 a	16,99 a	56,22 a	1,95 a	1,17 a	18,27 a	261,8 a	5,5 a	1,52 a	3,80 a	0,0205 a
P3	1,94 a	13,49 a	41,69 a	1,71 a	1,13 a	12,25 a	352,0 a	3,1 a	1,52 a	1,76 a	0,0095 a
P4	2,19 a	17,12 a	57,33 a	1,70 a	1,38 a	14,39 a	296,2 a	5,1 a	1,68 a	3,00 a	0,0172 a
P5	2,30 a	16,89 a	52,28 a	1,84 a	1,25 a	16,87 a	306,0 a	5,4 a	1,94 a	2,67 a	0,0185 a
P6	2,05 a	19,55 a	33,75 a	2,04 a	1,05 a	19,67 a	292,0 a	4,0 a	1,10 a	3,66 a	0,0139 a
Media Provid.	2,21 A	17,65 A	45,81 A	1,94 A	1,17 A	18,82 A	297,99 A	4,86 A	1,54 A	3,24 A	0,0167 A
CV	8,83	16,04	23,80	14,00	11,23	35,87	10,08	23,15	17,84	28,28	26,91
Media Geral	2,13	17,64	46,32	1,99	1,12	5,00	296,95	4,32	1,42	3,11	0,0150

*Genótipos da mesma população seguido pela mesma letra minúscula na coluna e valores seguidos pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Kruskal-Wallis seguido pelo método de Dunn a 5% de probabilidade.

Comparando os resultados de volume de copa com os observados por Silva Junior *et al.* (2007), observa-se uma disparidade significativa. No referido trabalho, os autores relataram volumes de copa de 22,43 m³, 28,26 m³ e 30,12 m³, respectivamente, valores muito superiores ao volume médio de 5,0 m³ encontrado no presente estudo. Entretanto, vale ressaltar que Silva Junior *et al.* trabalharam com plantas estabelecidas, enquanto no atual estudo são avaliadas plantas com aproximadamente seis anos de idade. Além disso, Freitas *et al.* (2012) na população Canaã observaram uma média de volume de copa igual a 35,94 m³, o que reforça ainda mais a diferença significativa entre plantas estabelecidas e as mais jovens avaliadas no presente estudo. Esses resultados indicam que o volume de copa tende a aumentar consideravelmente com a idade das plantas.

A eficiência no uso da água é um aspecto crucial para a adaptabilidade das plantas em diferentes ambientes. Ferreira *et al.* (2012) afirmam que plantas com maior eficiência no uso da água, também são mais eficazes em manter a assimilação de carbono, durante o processo fotossintético ao mesmo tempo em

que controla a transpiração, sendo essa uma característica dos genótipos citados acima.

Alves *et al.* (2024), estudaram plantas de *H. speciosa*, relataram taxa de assimilação de $7,9 \text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, taxa de transpiração de $2,7 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, eficiência do uso da água de $3,45 \text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{mmol}^{-1}$ e eficiência fotossintética de $0,028 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Todos esses valores são superiores aos encontrados no presente estudo: $4,32 \text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ para a taxa de assimilação, $1,42 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ para a taxa de transpiração, $3,11 \text{ }\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$ para a eficiência do uso da água, e $0,0150 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ para a eficiência fotossintética. Essas diferenças nos resultados podem ser atribuídas a vários fatores, entre eles a idade das plantas, a variação genética entre as plantas estudadas e variações ambientais.

Estudos com outras espécies da família *Apocynaceae* também demonstram variações significativas em relação à eficiência do uso da água e fotossíntese em diferentes condições ambientais. Tzara *et al.* (2011), ao estudarem as espécies *Calotropis procera* e *Calotropis gigantea*, em um ecossistema semiárido tropical na Venezuela, observaram diferenças significativas entre as espécies. A eficiência do uso da água foi de aproximadamente $4 \text{ mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ em *C. procera* e $4,3 \text{ mmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ em *C. gigantea*, valores ligeiramente superiores à média de $3,11 \text{ }\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$ observada em no presente estudo.

No que diz respeito à taxa de transpiração (E), Tzara *et al.* relataram $2,3 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ em *C. procera* e $1,8 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ em *C. gigantea*, neste estudo foi relatado um média de $1,42 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. A menor taxa de transpiração observada na coleção de germoplasma pode indicar uma resposta mais eficiente das plantas em relação à conservação de água. A taxa de assimilação de CO_2 (A) foi maior em *C. procera*, com $12 \text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, em comparação com $10 \text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ em *C. gigantea*, valores significativamente maiores do que os $4,32 \text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ observados em nosso estudo. Em relação à taxa de assimilação de CO_2 , foram observadas variações significativas entre as espécies e ao longo das estações, indicando diferentes capacidades de fotossíntese e adaptações fisiológicas para otimizar a absorção de carbono em condições de seca.

Davis e Hidayati (2020) estudando características fisiológicas relacionadas à absorção de CO₂ de árvores em terras baixas tropicais na Indonésia, verificaram diferenças significativas entre as espécies em relação a eficiência do uso da água. Medições diretas da concentração de CO₂ proporcionam uma determinação confiável e precisa da respiração/fotossíntese, reforçando a importância desse parâmetro nos estudos de eficiência fotossintética e adaptabilidade das plantas (Vijay *et al.*, 2017).

Hadayat *et al.* (2019), estudaram na província de Punjab, Paquistão, os impactos da poluição veicular em *Calotropis procera* em diferentes locais ao longo de duas estradas. Os resultados mostraram diferenças significativas nas taxas de fotossíntese (A), na transpiração (E) e na eficiência do uso da água (EUA). A fotossíntese e a transpiração diminuíram substancialmente nas plantas expostas à poluição das estradas, enquanto a eficiência do uso da água aumentou, indicando uma resposta adaptativa da planta ao estresse ambiental causado pelos poluentes veiculares.

Em valores absolutos se percebe a tendência de os genótipos da população São Judas Tadeu apresentaram maiores valores principalmente para variáveis morfológicas (AP, ARP, ICC, VC), enquanto os genótipos da população Providência maiores valores para as variáveis fisiológicas (A, E, EUA e EF). Nessa última população Santos *et al.* (2024) relatam menor plasticidade fenotípica durante o crescimento inicial. Os dados do atual estudo mostram que os seus genótipos do ponto de vista fisiológico se adaptaram bem às condições ambientais do local de implantação da coleção de germoplasma. Essa adaptabilidade pode ser atribuída à estabilidade fenotípica, que permite um desempenho consistente em condições ambientais específicas.

Alguns genótipos se destacam em relação aos demais por apresentarem combinações de características morfofisiológicas superiores, como como o P1, que apresenta maior altura (2,49 m), circunferência do caule (21,88 cm), diâmetro da copa (2,43 m), volume da copa (31,48 m³), eficiência fotossintética (0,0218 mol m⁻² s⁻¹), taxa de fotossíntese (6,2 µmol m⁻² s⁻¹) e eficiência no uso da água (4,25 µmol CO₂/µmol H₂O); o SJT3, que demonstra um volume de copa significativo (36,59 m³), um índice de conformação da copa de 1,40 e eficiência fotossintética (0,0126 mol m⁻² s⁻¹); e o P2, que se destaca pela boa

altura (2,28 m), circunferência do caule (16,99 cm), alta taxa de assimilação ($5,5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e boa eficiência no uso da água ($3,80 \mu\text{mol CO}_2/\mu\text{mol H}_2\text{O}$). Essas características indicam um potencial significativo para crescimento vigoroso e eficiência no uso de recursos, tornando-os candidatos para utilização em projetos de manejo e conservação de germoplasma, como de recuperação de áreas degradadas e melhoramento genético.

Dada a importância das variáveis estudadas para a adaptação das plantas, é fundamental entender como essas variáveis morfofisiológicas estão inter-relacionadas. No estudo de correlações entre variáveis (Tabela 2). Foi observada uma correlação positiva significativa entre a altura da planta (ALT) tanto com a circunferência do caule (CC) ($r = 0,70, p < 0,01$) quanto com o diâmetro médio da copa (DMC) ($r = 0,68, p < 0,01$). Resultado semelhante foi observado por Ganga et al (2010) onde encontraram correlação positiva entre a altura da planta e a espessura do caule ($r = 0,76, p < 0,01$). Esses resultados indicam que plantas mais altas tendem a apresentar caules mais robustos e copas mais amplas, o que sugere uma adaptação estrutural para suportar o crescimento vertical e aumentar a área foliar disponível para a fotossíntese.

A correlação entre a ALT e o volume da copa (VC) revelou que o aumento na altura está associado a uma ampliação do VC ($r = 0,78, p < 0,01$), o que contribui para uma maior capacidade de captação da luz solar e potencial produtivo. Ribeiro e Walter (1998) também relatam uma forte correlação entre o diâmetro da copa e o volume da copa em espécies do Cerrado, o que reflete a necessidade de uma base estrutural robusta para suportar uma copa volumosa.

Tabela 2 – Correlações entre variáveis morfofisiológicas de acessos de uma coleção de germoplasma de *H. speciosa*, Palmas – TO, 2024, ALT: altura da planta (m); CC: circunferência do caule (cm); ARP: altura da ramificação principal (cm); DMC: diâmetro médio da copa (m); ICC: índice de conformação da copa (adimensional); VC: volume da copa (m^3); C_i : Concentração Interna de CO_2 ($\mu\text{mol.mol}^{-1}$); A: Taxa de Assimilação ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$); E: transpiração ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$); EUA: eficiência do uso da água ($\mu\text{mol CO}_2.\mu\text{mol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$); EF: Eficiência fotossintética ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Variáveis	CC	ARP	DMC	ICC	VC	Ci	A	E	EUA	EF
ALT	0,70**	-0,02	0,68**	0,38	0,78**	-0,39	0,64	0,26	0,48	0,64
CC		-0,33	0,86**	-0,06	0,82**	-0,42	0,41	-0,09	0,42	0,42
ARP			-0,43	0,66	-0,14	-0,20	0,28	0,31	0,06	0,28
DMC				-0,24	0,90**	-0,49	0,30	-0,36	0,54	0,37
ICC					0,15	0,05	0,29	0,48	-0,03	0,21
VC						-0,46	0,41	-0,22	0,54	0,45
Ci							-0,64	0,32	-0,88**	-0,77**
A								0,37	0,74**	0,98**
E									-0,33	0,23
EUA										0,83**

** Correlações significativas a 1% de probabilidade pelo teste t.

A forte correlação observada entre a circunferência do caule (CC) tanto com o diâmetro médio da copa (DMC) ($r = 0,86$, $p < 0,01$) quanto com o volume da copa (VC) ($r = 0,82$, $p < 0,001$) indicam que o caule mais espesso está correlacionado não apenas a uma copa mais ampla, mas também à capacidade de sustentar copas mais volumosas. Lima *et al.* (2008) afirmam que provavelmente a fotossíntese está mais fortemente correlacionada com o crescimento em diâmetro do que com a altura da planta, entretanto, no presente estudo não se verificou correlações significativas envolvendo essas variáveis.

A altura da ramificação principal (ARP), o índice de conformação da copa (ICC) e a transpiração (E) não se correlacionaram significativamente com nenhuma outra variável. Isso pode indicar que essas variáveis são determinadas por fatores genéticos ou ambientais específicos que não têm impacto direto nas outras medidas de crescimento, desenvolvimento e fisiológicas da planta. Além disso, pode ser que a correlação não seja linear, o que também explicaria a falta de significância nas relações observadas.

A concentração interna de CO₂ (Ci) se correlacionou fortemente com a eficiência do uso da água (EUA) e com a eficiência fotossintética (EF). Observou-se uma correlação negativa significativa entre Ci e EUA ($r = -0,88$, $p < 0,001$), indicando que maiores concentrações internas de CO₂ estão associadas a uma menor eficiência no uso da água. Também houve uma correlação negativa significativa entre Ci e EF ($r = -0,77$, $p < 0,001$), sugerindo que concentrações mais elevadas de CO₂ interno estão relacionadas a uma menor eficiência fotossintética.

A taxa de assimilação (A) apresentou uma correlação positiva significativa com a eficiência do uso da água ($r = 0,74$, $p < 0,001$), sugerindo

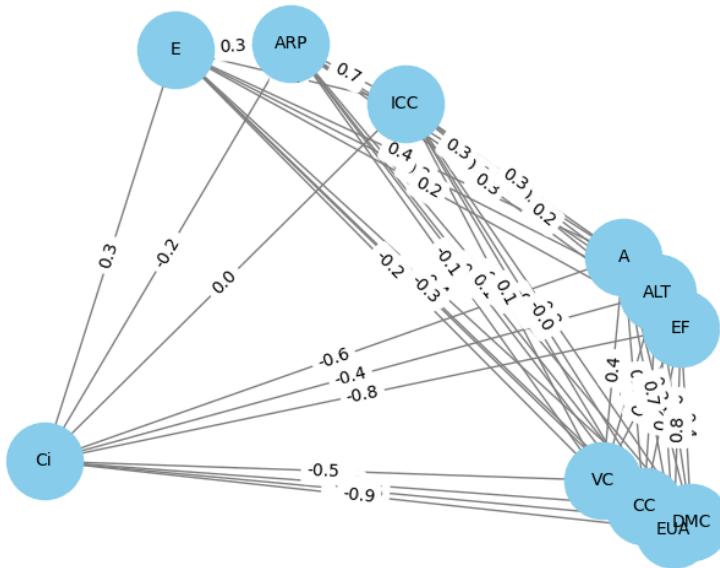
que plantas com maior atividade fotossintética tendem a utilizar a água de maneira mais eficiente. Além disso, houve uma correlação positiva forte entre a taxa fotossintética e a eficiência fotossintética ($r = 0,98$, $p < 0,001$), indicando que uma maior taxa de fotossíntese está intimamente relacionada a uma maior eficiência na conversão de luz solar em energia química.

Foi observada uma correlação positiva significativa entre a eficiência do uso da água (EUA) e a eficiência fotossintética (EF) ($r = 0,83$, $p < 0,001$). Este resultado sugere que plantas que utilizam a água de forma mais eficiente também tendem a ser mais eficientes na conversão de luz solar em energia química durante o processo fotossintético, podendo manter alta produtividade fotossintética mesmo sob condições de estresse hídrico. Alves *et al.*, 2024 em estudo examinando como o consórcio de culturas e a sazonalidade ambiental afetam a fisiologia de *H. speciosa* verificaram que variações nas condições ambientais influenciam significativamente a fotossíntese e a eficiência no uso da água nessa espécie.

Scalon *et al.* (2015) avaliando as trocas gasosas e atividade fotossintética de mudas de *H. speciosa* verificaram que os valores médios de concentração interna de CO₂ (Ci), taxa fotossintética (A), taxa de transpiração (E) e da eficiência fotossintética (EF) variaram ao longo do experimento, mostrando uma redução significativa em alguns dias de estresse hídrico. Entretanto, as mudas estressadas recuperaram rapidamente tanto a taxa de fotossíntese, a taxa de transpiração e a concentração interna de CO₂ demonstrando valores semelhantes aos das mudas controle.

No gráfico de redes envolvendo todas as variáveis (Figura 2), onde os nós representam as variáveis e linhas indicam as correlações entre elas é possível visualizar relações complexas entre múltiplas variáveis, facilitando a identificação de padrões e relações que podem não ser imediatamente evidentes por meio de tabelas, sendo possível observar que as variáveis CC, DMC e VC estão mais correlacionadas com a EUA, enquanto a altura da planta sofre mais influência da A e EF.

Figura 2 – Gráfico de redes mostrando as correlações entre variáveis morfofisiológicas de plantas de uma coleção de germoplasma de *H. speciosa*.



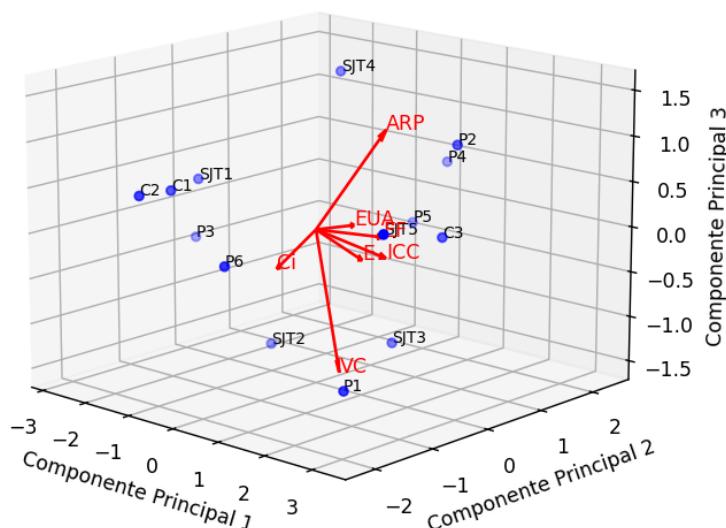
Para a realização da Análise de Componentes Principais, foram consideradas apenas as variáveis ARP, ICC, VC, Ci, E, EUA e EF. As demais foram excluídas por apresentarem forte correlação com essas variáveis, evitando, assim, problemas de colinearidade. Se observa que os três primeiros componentes principais explicam 85,38% da variabilidade total dos dados, com o primeiro, segundo e terceiro componentes explicando 40,00%, 29,92% e 11,46% da variabilidade, respectivamente. Devido a essa explicação substancial da variabilidade, foi utilizado um gráfico tridimensional para visualizar a variabilidade morfofisiológica e se inferir sobre as variáveis que mais contribuem para essa variabilidade (Figura 3). Esses resultados indicam que os genótipos da coleção de germoplasma de *Hancornia speciosa* não formaram grupos distintos de similaridade conforme a população de origem, sugerindo não haver uma diferenciação clara entre as populações, ou seja, elas compartilham características morfofisiológicas semelhantes. Entretanto, se verifica considerável variabilidade dentro da coleção de germoplasma com um todo, o que é vantajoso para a conservação da espécie.

A espécie *H. speciosa* é reconhecida por sua auto-incompatibilidade, conforme descrito por Collevatti (2015), o que contribui para sua alta variabilidade genética, fato esse corroborado por Amorim *et al.* (2015) que utilizando análises de DNA microssatélite observaram uma significativa diferenciação genética entre populações dessa espécie no Nordeste do Brasil.

Na Figura 3, observa-se que a maioria das setas apresenta comprimentos similares, indicando que as variáveis morfofisiológicas analisadas desempenham papéis importantes na variabilidade dos genótipos. No entanto, as variáveis EF e EUA possuem vetores menores, sugerindo que sua contribuição para a discriminação dos genótipos é menos expressiva em comparação às demais.

Os genótipos C1, C2, P3, P6 e SJT1 apresentam semelhanças, especialmente no que diz respeito ao Ci. Por outro lado, os genótipos P1, SJT2 e SJT3 se destacam pela maior similaridade em relação ao VC. Os demais genótipos são mais parecidos devido a ARP, com uma contribuição menor das outras variáveis analisadas.

Figura 3 – Gráfico de dispersão dos genótipos de *H. speciosa*, com base nos escores dos primeiros componentes principais considerando-se as variáveis morfofisiológicas ARP, ICC, VC, Ci, E, EUA e EF.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo indicam que os genótipos da coleção de germoplasma de *Hancornia speciosa* exibem variabilidade morfofisiológica, especialmente em relação ao volume da copa, altura da ramificação principal e concentração interna de CO₂. Os genótipos C3, P1 e P2 foram identificados como promissores quanto ao crescimento e à eficiência no uso de recursos.

A correlação entre as variáveis morfofisiológicas sugere uma adaptação estrutural das plantas para maximizar a absorção de luz e a assimilação de CO₂,

além de uma relação inversa entre a taxa de transpiração e a eficiência do uso da água.

A presença de variabilidade sugere que diferentes genótipos foram amostrados, evidenciando a contribuição da coleção de germoplasma para a conservação da variabilidade das populações naturais de onde eles foram coletados.

Esses resultados fornecem subsídios importantes para estratégias de conservação e utilização sustentável dos recursos genéticos desta espécie, contribuindo para a preservação da biodiversidade e o desenvolvimento de programas de melhoramento genético e manejo de populações naturais de mangabeira.

Referências Bibliográficas

- ALEIXO, A.; ALBERNAZ, A. L.; GRELLE, C. E. V.; VALE, M. M.; RANGEL, T. F. Mudanças climáticas e a biodiversidade dos biomas brasileiros: passado, presente e futuro. *Natureza & Conservação*. v. 8, n. 2, p. 194-196, 2010.
- ALMEIDA, G. Q.; CHAVES, L. J.; VIEIRA, M. C. V.; GANGA, R. M. D. Agronomic evaluation of a *Hancornia speciosa* Gomes germplasm collection from the Brazilian Cerrado. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.19, p. 8-14, 2019.
- ALVES, E. M.; SILVA, F. G.; AVILA, R. G.; LOURENÇO, L. L.; OLIVEIRA, T. C.; CUSTÓDIO, A. M.; ROSA, M.; PENNACCHI, J. P.; PAIM, T. P. Intercropping and environmental seasonality modulate the physiology and growth of *Hancornia speciosa* (Gomes). *CABI Agriculture and Bioscience*. 5:31, 2024.
- AMORIM, J. A. E.; MATA, L. R.; LÉDO, A. S.; AZEVEDO, V. C. R.; SILVA, A. V. C. Diversity and genetic structure of mangaba remnants in states of northeastern Brazil. *Genetics and Molecular Research*, v. 14, n. 1, p. 823-833, 2015.
- ANDERSEN, O.; ANDERSEN, V. U. *As frutas silvestres brasileiras*. 3. ed. Rio de Janeiro: Publicações Globo Rural, 1988. p. 147-150. 1988.
- ARRAES, A. S.; MARQUES JUNIOR, J.; HABITANTE, C. A.; BATALINI, C. Metabólitos secundários e potencial tóxico do extrato bruto hidroetanólico das folhas de mangaba - *Hancornia speciosa* Gomes. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, Porto Alegre, v. 8, n. 02, p. 150-157, 2022.
- COIMBRA, R. R.; SANTOS, D. P.; FERREIRA, W. M.; OLIVEIRA JUNIOR, W. P.; OLIVEIRA, E. C. A. M. Testing accession genetic composition of a germ-plasm bank for mangabeira (*Hancornia speciosa*). *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 36, Supplement 1, p. 163-172, 2020.
- COLLEVATTI, R. G.; OLIVATTI, A. M.; TELLES, M. P. C.; CHAVES, L. J. Gene flow among *Hancornia speciosa* (Apocynaceae) varieties and hybrid fitness. *Tree Genetics & Genomes*, v. 12, p. 74, 2016.
- COSTA, T. S.; SILVA, A. V. C.; LÉDO, A. S.; SANTOS, A. R. F.; SILVA JÚNIOR, J. F. Diversidade genética de acessos do Banco de Germoplasma de mangaba em Sergipe. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília v.46, n.5, p.499-508, maio 2011.
- DARRAULT, R. O; SCHLINDWEIN, C. Polinização. In: Silva Junior, J. F.; Ledo, A. S. (ORG.) *A cultura da mangabeira*. Editora Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju - SE, 43-56 p. 2006.
- DAVIS, L. O. M. M.; HIDAYATI, N. Carbon dioxide absorption and physiological characteristics of selected tropical lowland tree species for revegetation. In IOP Conf. Ser.: *Earth and Environmental Science*. 591 :012039, 2020.

FAO. **Second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture.** Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Roma. 370p, 2010.

FERREIRA, E.G.; MARINHO, S.J.O. Produção de frutos da mangabeira para consumo in natura e industrializado. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.1, n.1, p.9 14, 2007.

FERREIRA, M. J., GONÇALVES, J. F. de C., FERRAZ, J. B. S. Crescimento e eficiência do uso da água de plantas jovens de castanheira da Amazônia em área degradada e submetidas à adubação. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 393-401, 2012.

FREITAS, M. K. C; COIMBRA, R. R.; AGUIAR, G. B.; AGUIAR, C. B. N.; CHAGAS, D. B.; FERREIRA, W. M.; OLIVEIRA, R. J. Variabilidade Fenotípica e Caracterização Morfológica de uma População Natural de *Hancornia speciosa* GOMES, **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 833-841, 2012.

GANGA, R.M.D.; FERREIRA, G.A.; CHAVES, L.J. NAVES, R.N.; NASCIMENTO, J.L. Caracterização de frutos e árvores de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 101-113, mar., 2010.

JARAMILLO, S.; BAENA, M. **Conservación ex situ de recursos fitogenéticos**. Roma: International Plant Genetic Resources Institute, 2000. 209p.

KOCH, I.; RAPINI, A.; SIMÕES, A. O.; KINOSHITA, L. S.; SPINA, A. P.; CASTELLO, A. C. D. **Apocynaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2024. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do>

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.

MARINHO, D. G.; ALVIANO, D. S.; MATHEUS, M. E.; ALVIANO, C. S.; FERNANDES, P. D. The latex obtained from *Hancornia speciosa* Gomes possesses anti-inflammatory activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 135, p. 530-537, 2011.

MEDEIROS, J. D. Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Biodiversidade e Florestas (Org.). **Guia de Campo: Vegetação do Cerrado**. Brasília, 534 p., 2011.

MORAES, T. de M.; RODRIGUES, C. M.; KUSHIMA, H.; BAUABC, T. M.; VILLEGRAS, W.; PELLIZZON, C. H.; BRITO, A. R. M. S. *Hancornia speciosa*: Indications of gastroprotective, healing and anti-Helicobacter pylori actions. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 120, p. 161-168, 2008.

OLIVEIRA, D. M.; CRUZ, D. S.; FREITAS, B. A. L.; GOMES, L. J. Coletânea bibliográfica acadêmica sobre a mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Gaia Scientia**, v. 11, n. 3, p. 212-231, 2017.

PINHEIRO, E. A.; COIMBRA, R. R.; SILVA, K. L. F.; FERREIRA, W. M. Characterization and phenotypic variability in natural populations of mangabeira in the state of Tocantins, Brazil. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 31, n. 3, p. 560-571, jul./set., 2018.

Ribeiro, J, F., & Walter, B, M, T. Fitofisionomias do bioma Cerrado, In S, M, Sano & S, P, Almeida (Eds,), **Cerrado: Ambiente e flora** (pp, 89-166), Planaltina: EMBRAPA, 1998.

SANTOS, G. R.; ARAUJO, R. A.; PINHEIRO, E. A.; COIMBRA, R. R. Crescimento inicial e plasticidade fenotípica de populações naturais de *Hancornia speciosa* (Mangabeira). **Revista Biodiversidade**, v. 23, n. 1, p. 53, 2024.

SCALON, S. P. Q.; KODAMA, F. M.; DRESCH, D. M.; MUSSURY, R. M.; PEREIRA, Z. V. Gas exchange and photosynthetic activity in *Hancornia speciosa* Gomes seedlings under water deficit conditions and during rehydration. **Biosci. Journal.**, Uberlândia, v. 31, n. 4, p. 1124-1132, 2015.

SILVA, G. C.; BRAGA, F. C.; LEMOS, V. S.; CORTES, S. F. Potent antihypertensive effect of *Hancornia speciosa* leaves extract. **Phytomedicine**, v. 23, p. 214-219, 2016.

SILVA JUNIOR, J. F; LÉDO, A. D. S. A cultura da mangaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.26, n.1, 2006. 253p.

SILVA JUNIOR, J. F.; XAVIER, F. R. S.; LÉDO, C. A. S.; NEVES JÚNIOR, J. S.; MOTA, D. M.; SCHMITZ, H.; MUSSER, R. S.; LÉDO, A. S. Variabilidade em populações naturais de mangabeira do litoral de Pernambuco. **Magistra**, Cruz das Almas - BA; v. 19, n. 4, p. 373-378, 2007.

SOARES, F. P.; PAIVA, R.; CAMPOS, A. C. A. L.; PORTO, J. M. P.; NOGUEIRA, R.C.; STEIN, V.C. Germinação de sementes de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Biociências**. v. 5, p.1180-1182, 2007.

SOUZA, L. B.; GOMES, W. P. Mudanças microclimáticas em Porto Nacional (TO) e suas relações com o reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães: um estudo perceptivo com alunos do 3º ano do ensino médio. **Revista Geonorte**. Edição especial 2, v. 1, n. 5, p. 162-174, 2012.

TEZARA, W., COLOMBO, R., CORONEL, I., MARÍN, O. Water relations and photosynthetic capacity of two species of Calotropis in a tropical semi-arid ecosystem. **Annals of Botany**. 107: 397–405, 2011.

VIJAY, P.; PANDEY, R.; ANAND, A.; RAMESH, K.V. Measurement of Plant Respiration by Infrared Gas Analyser (IRGA). In **Manual of ICAR Sponsored Training Programme on “Physiological Techniques to Analyze the Impact of Climate Change on Crop Plants”** 16-25 January, p. 31-34, 2017.