

# CRESCIMENTO INICIAL E PLASTICIDADE FENOTÍPICA DE POPULAÇÕES NATURAIS DE *Hancornia speciosa* (MANGABEIRA)

Guilherme Rocha dos Santos<sup>1</sup>  
Rízia Assunção Araujo<sup>2</sup>  
Elizia Aparecida Pinheiro<sup>3</sup>  
Ronaldo Rodrigues Coimbra<sup>4\*</sup>

**RESUMO** – Este trabalho teve como objetivo investigar o crescimento inicial e a plasticidade fenotípica de três populações naturais de *H. speciosa* em ambientes com diferentes níveis de fertilidade do solo. O comprimento da parte aérea, o número de folhas e o diâmetro do caule foram mensurados aos 45, 90 e 135 dias após a semeadura. Os resultados revelaram variações significativas no crescimento inicial entre as populações, com as populações Canaã e São Judas demonstrando maior plasticidade fenotípica em resposta às condições ambientais contrastantes, enquanto a população Providência exibiu maior estabilidade. Além disso, observou-se que as populações responderam positivamente à melhoria do ambiente. Esses resultados sugerem que as populações estudadas têm potencial para serem utilizadas na produção de mudas e em programas de melhoramento genético.

**Palavras-chave:** Cerrado, Biometria; interação genótipo x ambiente.

## INITIAL GROWTH AND PHENOTYPIC PLASTICITY OF NATURAL POPULATIONS OF *Hancornia speciosa* (MANGABA TREE)

**ABSTRACT** – This study aimed to investigate the initial growth and phenotypic plasticity of three natural populations of *H. speciosa* in environments with varying levels of soil fertility. The length of the aerial part, the number of leaves, and the stem diameter were measured at 45, 90, and 135 days after sowing. The results revealed significant variations in initial growth among populations, with the Canaã and São Judas populations demonstrating greater phenotypic plasticity in response to contrasting environmental conditions, while the Providência population exhibited greater stability. Additionally, it was observed that populations responded positively to improved environmental conditions. These findings suggest that the studied populations have potential for use in seedling production and genetic improvement programs.

**Keywords:** Savana, Biometry, Genotype x environment interaction.

---

<sup>1</sup> Acadêmico do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Ecologia e Conservação (Ppgbec) da Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, TO, Brasil; guilhermerochasantos@hotmail.com

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, TO, Brasil; guilhermerochasantos@hotmail.com

<sup>3</sup> Professora do Departamento de Ciências Biológicas da Escola Família Agrícola (EFA), Porto Nacional, TO, Brasil; eliziap@hotmail.com

<sup>4</sup> Professor do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, TO, Brasil; ronaldo.rc@uft.edu.br \*Autor para correspondência.

## INTRODUÇÃO

A diversidade vegetal encontrada no domínio Cerrado tem sido ameaçada pela crescente transformação do seu ambiente pelas atividades antrópicas ligadas principalmente à conversão da paisagem natural em áreas de produção agropecuária e pela ocupação imobiliária (ALEIXO et al., 2010). Entre as espécies afetadas por esses processos encontra-se a *Hancornia speciosa* Gomes (Mangabeira), que tem sofrido sensível erosão genética devido à perda ou alteração de seu habitat (GANGA et al., 2010).

A *H. speciosa* é uma espécie frutífera presente no Brasil e que tem distribuição geográfica desde o litoral até o Cerrado, sendo encontrada em todas as regiões do país (MEDEIROS, 2011), presente nos domínios Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (KOCH et al., 2015). Seus frutos são consumidos in natura ou processados, sendo utilizados para a fabricação de sorvetes, geleias e doces (OLIVEIRA et al., 2017), possuem alto valor nutritivo, medicinal e econômico (FERREIRA; MARINHO, 2007). A espécie pode ser utilizada no reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, plantada em parques e jardins, entre outras formas de utilização (Almeida et al., 2019). Oliveira et al. (2017) afirmam que além de possuir um valor intrínseco e ecológico-ambiental, a espécie também tem importância socioeconômica e cultural.

Segundo Ganga (2010), trabalhos sobre a variabilidade em populações naturais são importantes para o delineamento de estratégias de conservação. Nesse sentido existe a demanda de mais trabalhos sobre plasticidade fenotípica com populações naturais de *H. speciosa*.

A plasticidade fenotípica é a capacidade de um genótipo de manifestar fenótipos distintos em resposta a um estímulo do ambiente (BRIGGS & WALTERS, 1997), podendo se manifestar tanto na morfologia quanto na fisiologia dos indivíduos (LARCHER, 2006). Essas variações podem ser de caráter morfológico, fisiológico, comportamental e fenológico, podendo atender interesses econômicos, científicos e farmacêuticos (LIMA et al., 2017). Fatores abióticos como luminosidade, disponibilidade de água e nutrientes e tipo de solo podem influenciar fortemente a morfologia e fisiologia de plantas (CHIARELLO, 2023).

Segundo Via et al. (1995) espécies com grande plasticidade em caracteres ligados à sobrevivência possuem uma capacidade maior de se adaptar em ambientes instáveis, heterogêneos ou de transição, pois estas mudanças podem aumentar a tolerância ambiental.

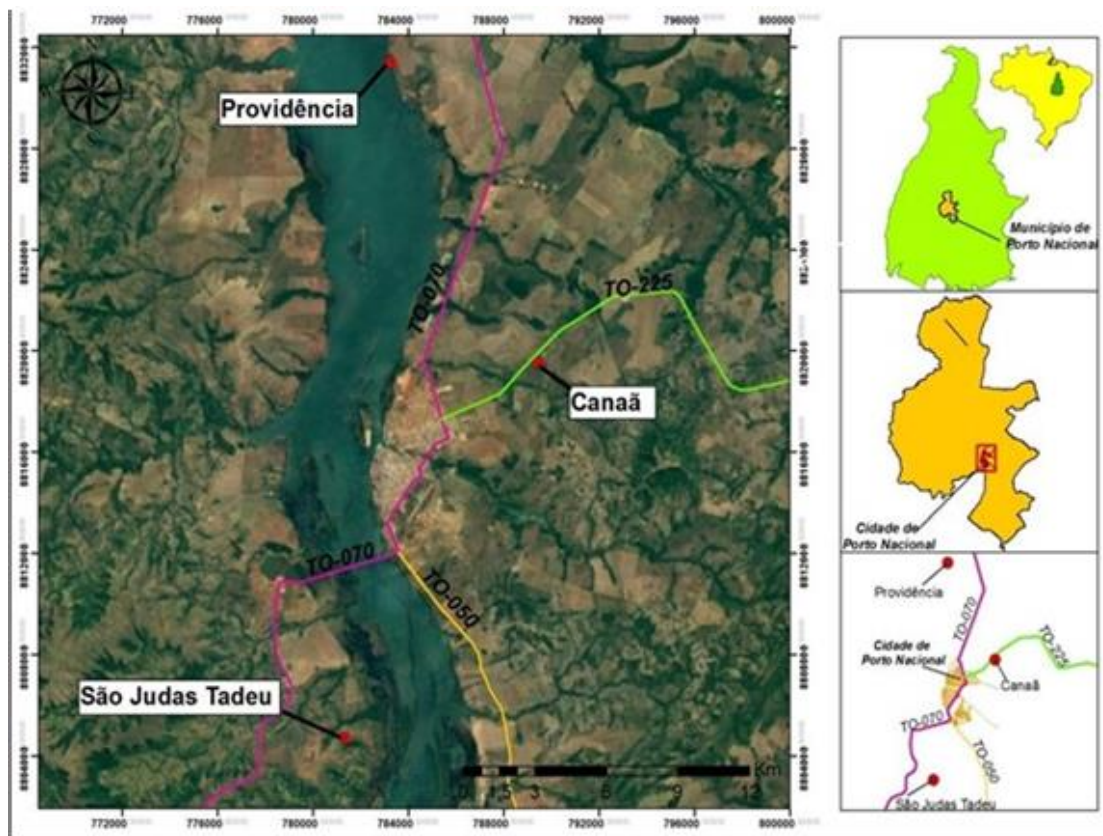
Dentro do processo reprodutivo a fase inicial da vida das plantas é considerada uma das mais cruciais, pois o estabelecimento de populações dependerá da capacidade das sementes e plântulas lidarem com condições ambientais adversas ou variáveis (FRANCO & SILVERTOWN, 1997). Para as plantas em geral, o solo é um dos fatores que pode interferir no crescimento inicial e estabelecimento da planta, tanto em características nutricionais como em estrutura, aeração, capacidade de retenção de água (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Assim, as condições edáficas do ambiente podem também contribuir para o sucesso reprodutivo da espécie.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a plasticidade fenotípica de populações naturais de *H. speciosa*, com potencial para contribuir para a conservação e uso sustentável dessa espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado utilizando-se sementes de três populações naturais de *Hancornia speciosa* var *speciosa* de áreas de cerrado típico de propriedades particulares localizadas no

município de Porto Nacional - TO (Figura 1), sendo estas chamadas de população São Judas Tadeu ( $10^{\circ}48'0,6''$  S e  $48^{\circ}25'37,3''$  O; altitude de 260 m), população Canaã ( $10^{\circ}40'23,1''$  S e  $48^{\circ}20'54,3''$  O; altitude de 280 m) e população Providência ( $10^{\circ}33'31,2''$  S e  $48^{\circ}24'43,8''$  O; altitude de 220 m).



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

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  $26,1^{\circ}\text{C}$  e a precipitação média em torno de  $1667,9\text{ mm}$  (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; Santos, 2013), sendo que no presente estudo foram amostrados os genótipos mais representativos da variabilidade fenotípica de cada população.

Após a completa maturação dos frutos coletados, os mesmos foram despulpados 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 ( $\text{NaClO}$ ) a 2,5% por dez minutos, e em água destilada e autoclavada por 10 minutos cada.

Dois dias após a retirada das sementes, foi realizado no Viveiro de Mudas da Seção de Propagação e Desenvolvimento de Plantas de Cerrado do Núcleo de Estudos Ambientais (NEAMB) o experimento de crescimento inicial e plasticidade fenotípica.

O delineamento experimental utilizado foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) em arranjo fatorial (3 x 2), sendo três populações e dois substratos (Solo vermelho de Cerrado (S1) e Solo vermelho de Cerrado + calcário + adubação química (S2)). Para a calagem foi incorporado calcário dolomítico (PRNT 100%) na dosagem de 1,1 t/ha. Quanto a adubação foi incorporada P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na dosagem de 100 kg/ha utilizando o fertilizante superfosfato simples. Em cobertura foram adicionados N e K<sub>2</sub>O nas dosagens 20 kg/ha e 50 kg/ha, na forma e ureia e cloreto de potássio, respectivamente.

Cada parcela experimental foi constituída de oito sacos de polietileno 18 x 24 cm, sendo semeadas quatro sementes por saco, e realizado o desbaste aos 45 dias após a semeadura, onde foram deixadas duas plântulas por saco. Foi utilizada uma taxa de sombreamento do viveiro igual a 50%, sendo as sementes semeadas a um centímetro de profundidade. A remoção de plantas espontâneas foi realizada manualmente sempre que necessário. A irrigação foi realizada periodicamente de modo a manter-se a capacidade de campo.

A avaliação do crescimento inicial e da plasticidade fenotípica foi realizada em três censos: aos 45 dias, aos 90 dias e aos 135 dias após a semeadura. As variáveis mensuradas para avaliar o crescimento inicial foram: Comprimento da Parte Aérea (CPA, cm), medida do nível do solo até o ápice da planta; Número de Folhas (NF, und) e Diâmetro do Caule (DC, mm).

Com os dados de crescimento inicial foram realizadas análises de variância e as médias das populações em relação a essas variáveis foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Utilizando-se as mesmas variáveis mensuradas no crescimento inicial, foi realizada a análise de plasticidade fenotípica por meio de normas de reação para representar graficamente, a direção e a variabilidade das respostas plásticas entre as populações.

No intuito de caracterizar o solo utilizado como substrato, são apresentados os resultados da análise físico-química do mesmo: o solo tem 24% de argila, 14% de silte e 62% de areia, o que indica uma classificação média em relação à textura. Em relação à análise química, o solo apresenta um pH de 4,02 em CaCl<sub>2</sub>, com baixos níveis de cálcio (0,2 meq/100ml), magnésio (0,18 meq/100ml) e potássio (0,04 meq/100ml). Os níveis de alumínio (0,4 meq/100ml) e hidrogênio + alumínio (5,69 meq/100ml) são relativamente altos. A quantidade de fósforo disponível é baixa (0,8 mg/dm<sup>3</sup>), enquanto a matéria orgânica presente é de 1,8%. A capacidade de troca catiônica (CTC) é de 6,1 cmolc/dm<sup>3</sup> e a saturação por bases (V) é de 6,9%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos componentes apresentados na análise física e química do solo, é possível inferir que se trata de um solo ácido e com baixa fertilidade. Isso se deve principalmente à baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e à baixa saturação por bases (V), indicando que o solo possui pouca capacidade de reter nutrientes importantes para as plantas, como cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e fósforo (P), além de ser observada baixa quantidade de matéria orgânica, sendo o mesmo classificado como de textura média.

Nos três censos realizados, observou-se que houveram diferenças significativas entre as populações e entre os substratos no que se refere ao comprimento da parte aérea (CPA) ( $p < 0,05$ ). Isso indica que as populações de *H. speciosa* apresentaram variações no CPA entre si em todos os censos, assim como também foi possível notar diferenças no CPA dependendo do

substrato utilizado (Tabela 1). Portanto, o CPA foi influenciado tanto pela variação genética das populações quanto pelas diferentes condições ambientais proporcionadas pelos substratos.

**Tabela 1. Análise de Variância referente às variáveis comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF) e diâmetro do colmo (DC) em três censos, considerando três populações de *H. speciosa* e dois tipos de substratos. Porto nacional – TO.**

Variável	Fonte de Variação	Censo 1			Censo 2			Censo 3		
		QM	F	P	QM	F	P	QM	F	P
CPA	População	10,38	10,13	0,00	59,00	20,39	0,00	69,01	17,55	0,00
	Substrato	19,44	18,98	0,00	1331,4	460,14	0,00	1066,5	271,27	0,00
	Pop x Sub	0,77	0,75	0,47	16,41	5,67	0,00	8,21	2,09	0,13
	Erro	1,02			2,89			3,93		
NF	População	5,39	11,15	0,00	0,31	8,07	0,00	0,30	7,2	0,00
	Substrato	10,59	21,89	0,00	4,75	123,52	0,00	2,148	52,30	0,00
	Pop x Sub	0,20	0,42	0,66	0,007	0,18	0,84	0,02	0,50	0,58
	Erro	0,48			0,04			0,04		
DC	População	0,95	20,61	0,00	0,430	4,90	0,01	1,15	3,392	0,03
	Substrato	0,46	10,01	0,00	23,18	264,07	0,00	45,80	134,87	0,00
	Pop x Sub	0,06	1,36	0,26	0,473	5,39	0,00	1,60	4,70	0,01
	Erro	0,05			0,09			0,34		

No censo 1 não foram observadas interações significativas entre populações x substratos, sendo observados os maiores CPA nas populações Canaã (6,30 cm) e São Judas (6,33 cm) (Tabela 2). A falta de interações significativas entre populações x substratos é um indicativo de baixa plasticidade fenotípica. Entretanto é importante ressaltar que embora a interação genótipo x ambiente seja um dos mecanismos subjacentes à plasticidade fenotípica, a sua presença não significa necessariamente que a plasticidade esteja ocorrendo.

**Tabela 2. Teste de comparação de médias das variáveis comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF) e diâmetro do colmo (DC) em três censos, considerando três populações de *H. speciosa* e dois tipos de substratos. Porto nacional – TO.**

Censo	População	CPA (cm)	NF (und)	DC (mm)
1	Canaã	6,30 a*	2,52 b	1,35 a
	Providência	5,78 b	2,49 b	1,24 b
	São Judas	6,33 a	2,89 a	1,42 a
2	Canaã	-	7,78 ab	-
	Providência	-	7,58 b	-
	São Judas	-	8,11 a	-
3	Canaã	14,74 a	11,44 a	-
	Providência	13,20 b	10,65 b	-
	São Judas	12,95 b	11,18 a	-

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O conjunto dos fenótipos expressos por um genótipo quando exposto a determinada gama de ambientes é considerado como sendo a norma de reação (SCHLICHTING & PIGLIUCCI, 1998) e a interação genótipo x ambiente pode ser interpretada como uma medida da diferença entre normas de reação de genótipos distintos num mesmo gradiente ambiental (SCHEINER,

1993). Na Figura 2 estão representadas às normas de reação dos genótipos de cada população nos substratos e censos avaliados. Na Figura 2A é possível observar as que as médias de CPA nos dois substratos são parecidas, o que leva a pequenas inclinações das retas referentes às três populações nos dois substratos, indicando baixa plasticidade fenotípica em todas as populações.

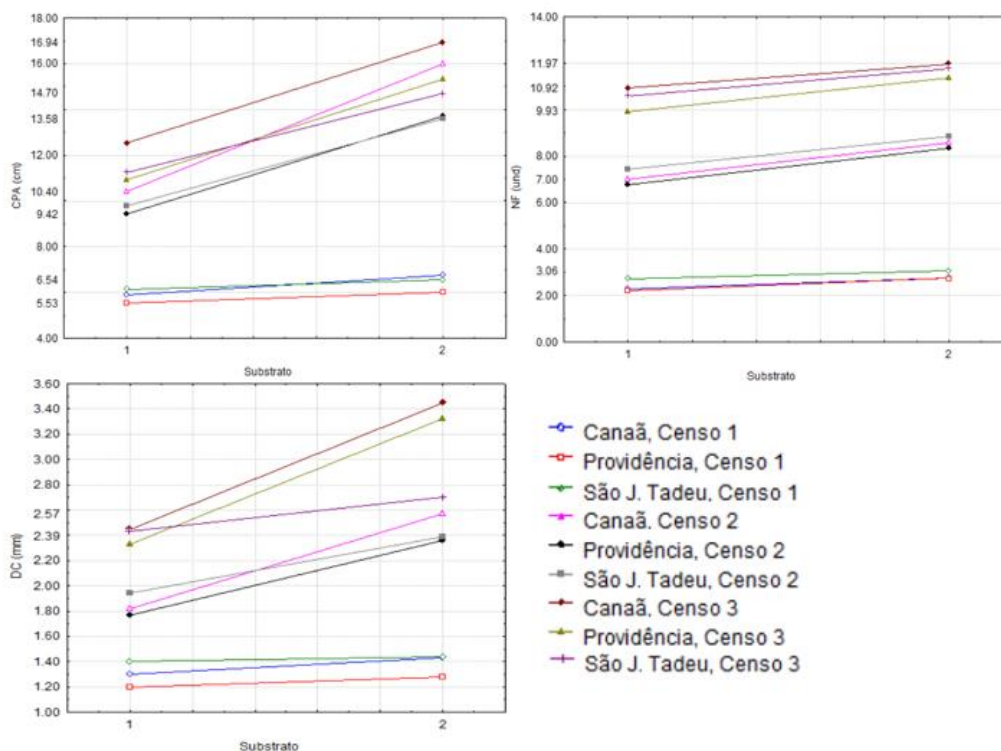


Figura 2. Normas de reação da plasticidade fenotípica observada em três populações naturais de *H. speciosa*.

Devido à interação significativa entre populações e substratos em relação ao CPA no censo 2 (Tabela 1), se avaliou população dentro de cada tipo de substrato. No entanto, independentemente da população em questão, o solo vermelho de Cerrado (S2) proporcionou maior comprimento da parte aérea (Tabela 3). Isso sugere que, após os primeiros 45 dias da semeadura, as populações começaram a responder de forma diferenciada à melhoria do ambiente, evidenciando a ocorrência de plasticidade fenotípica relacionada ao CPA (Figura 2A).

Tabela 3. Teste de comparação de médias de populações dentro de substrato considerando as variáveis comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF) e diâmetro do colmo (DC) em três censos. Porto nacional – TO.

População	Substrato	CPA (cm)	DC (mm)	DC (mm)
		Censo 2	Censo 2	Censo 3
Canaã	S1	10,40 b	1,82 b	2,45 b
	S2	16,00 a	2,57 a	3,45 a
Providência	S1	9,42 b	1,77 b	2,33 b
	S2	13,70 a	2,36 a	3,32 a
São Judas	S1	9,78 b	1,94 b	2,43 b
	S2	13,58 a	2,39 a	2,70 a

No censo 3 não ocorreu interação significativa entre populações e substratos. Foi observado que a população Canaã apresentou maior média de CPA (14,74 cm), e na Figura 2A verificamos pela inclinação da reta, um maior CPA quando utilizado o substrato S2. Desse modo, nesse censo, as três populações apresentaram plasticidade fenotípica, embora a média de CPA não tenha aumentado muito em relação ao censo anterior.

Nesse tipo de estudo, nem sempre a plasticidade fenotípica ocorre, e a sua ocorrência depende muito dos genótipos e substratos avaliados. Em estudo sobre o efeito do substrato na emergência, crescimento e comportamento estomático em plântulas de mangabeira, Nogueira et al. (2003) utilizando três tipos de substratos: areia autoclavada, solo natural coletado em pomar espontâneo da espécie e uma mistura de húmus, areia e terriço vegetal na proporção 2:4:4 (v/v/v) não verificaram diferenças estatísticas significativas para a altura das plântulas e número de folhas, porém foi observada altura média ligeiramente superior nas plântulas de solo natural (6,35 cm).

A baixa plasticidade fenotípica no primeiro censo considerando todas as variáveis mensuradas pode ser resultado do comportamento típico de plantas do bioma Cerrado, que nos primeiros meses não crescem muito em comprimento e nem em diâmetro (ROSA et al., 2007), pois, de modo geral as plantas do Cerrado desenvolvem primeiramente as raízes e depois a parte aérea.

Foram observadas diferenças significativas em relação ao número de folhas (NF) entre as populações e entre substratos em todos os três censos (Tabela 2), sem qualquer interação significativa entre populações e substratos ( $p < 0,05$ ). No primeiro censo, a população São Judas destacou-se das demais, apresentando um NF maior (2,89) (Tabela 2). Na Figura 2B, nota-se uma pequena plasticidade fenotípica, evidenciada pela pequena inclinação das retas neste censo.

A partir do segundo censo em todas as populações se observou um maior NF quando se utilizou o substrato 2 (Figura 2B). Observa-se também que nos segundo e terceiro censos as populações São Judas e Canaã possuem um maior número de folhas quando comparadas com a população Providência (Tabela 2). Na Figura 2B pode-se observar uma menor inclinação das retas em todos os censos quando em comparação com as inclinações observadas na Figura 2A, o que significa que a plasticidade fenotípica é maior em relação ao CPA do que em relação ao NF.

Quanto ao diâmetro do caule (DC) foram observadas diferenças significativas entre populações e entre substratos, não ocorrendo interação significativa entre ambos no censo 1, entretanto a interação foi significativa nos censos 2 e 3.

No censo 1 foram observados maiores DC nas populações São Judas e Canaã, sendo o comportamento de todas as populações semelhantes em ambos os substratos (Figura 2C). Isso indica uma baixa plasticidade fenotípica para o DC nos primeiros 45 dias após a semeadura.

Nos censos 2 e 3 todas as populações apresentaram maior DC no solo vermelho (S2), o que indica a ocorrência de plasticidade fenotípica em todas as populações em relação ao DC. Na figura 2C pode-se observar a ocorrência de uma acentuada plasticidade fenotípica nas três populações no censo 2. Entretanto, essa plasticidade se torna maior ainda no censo 3, principalmente nas populações Canaã e Providência.

De modo geral, constata-se a ocorrência de plasticidade fenotípica nas populações avaliadas, o que vai de encontro ao proposto por Rodrigues et al. (2017) que afirmam que a sua ampla distribuição, associada a uma elevada rusticidade, comprova a capacidade natural da *H. speciosa* em se adaptar a diversos ambientes. Portanto, a persistência da espécie em seu ambiente natural depende do seu esforço reprodutivo, de sua habilidade de competição e de sua plasticidade para superar as mudanças ambientais (KOLB & DIEKMANN, 2005).

Por meio da análise gráfica percebe-se maior plasticidade fenotípica nas plantas da população Canaã e São Judas o que pode proporcionar um mais rápido estabelecimento das mudas dessas populações, sendo essa uma vantagem competitiva em sistemas mais dinâmicos e perturbados.

Lima et al. (2010) também encontraram diferentes potenciais plásticos em três espécies arbóreas submetidas a condições de sombreamento natural e artificial. Cardoso & Lomônaco (2003) estudaram variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda e verificaram que os genótipos apresentaram diferentes respostas plásticas frente a variações ambientais.

A não apresentação de respostas plásticas é denominado canalização e pode ser entendido ainda como maior herdabilidade de caracteres (WEINIG, 2000). Estes resultados indicam que as pequenas diferenças encontradas para as médias das variáveis nos dois substratos no primeiro censo podem ser explicadas pela variabilidade genética, não sendo influenciadas pelo componente ambiental. Esta expressão fenotípica pouco variável ou canalizada é um mecanismo muito importante para o processo adaptativo e corresponde à estabilidade biológica (SQUILASSI, 2003). No estudo em questão podemos afirmar que a população Providência apresentou maior estabilidade.

Resultado diferente do aqui apresentado foi encontrado por Cardoso et al. (2003) em estudo sobre variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess em uma área de transição cerrado-vereda, onde a plasticidade fenotípica em relação à altura das plântulas foi observada apenas no primeiro censo. Para número e comprimento de folhas foi observada plasticidade fenotípica nos três censos, com exceção do número de folhas no censo 2. Além disso, foi observada a redução de respostas plásticas ao longo do tempo.

## CONCLUSÕES

Os resultados revelam variações no crescimento inicial entre as populações de *Hancornia speciosa*, com a população Providência apresentando o menor crescimento inicial. Além disso, observou-se que, nos primeiros 45 dias após a semeadura, o potencial plástico das populações não foi significativamente evidenciado.

A partir dos dois últimos censos, verificou-se que todas as populações passaram a apresentar plasticidade fenotípica, destacando-se as populações Canaã e São Judas. Além disso, observou-se que as populações apresentaram mais plasticidade em relação às variáveis diâmetro do caule e comprimento da parte aérea.

A população Providência mostrou maior estabilidade fenotípica, indicando uma expressão fenotípica pouco variável ao longo dos censos.

Considerando que as populações Canaã e São Judas responderam positivamente a melhorias no ambiente, sugere-se a investigação de substratos que possam propiciar um maior crescimento inicial.

A plasticidade fenotípica apresentada pelas populações é importante para o estabelecimento de populações em ambientes em transformação como os ambientes do domínio Cerrado, sendo útil ainda para a elaboração de programas de manejo e conservação de áreas de preservação.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEIXO, A.; ALBERNAZ, A. L.; GRELE, 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.
- CARDOSO, G. L.; LOMÔNACO, C. Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess.(Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 26, n. 1, p. 131-140, 2003.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 429p.
- CHIARELLO, S.D. AND H.M. JOESTING. Examining phenotypic plasticity in *Hydrocotyle bonariensis* in response to two soil types. *BIOS*, 89(2):65-73, 2018.
- 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.
- FRANCO, M.; SILVERTOWN, J. Life history variations in plants: an exploration of the fast-low continuum hypothesis. In: \_\_\_\_\_. Harper (eds.). *Plant life histories*. Cambridge, Cambridge University, 1997, p. 210-227.
- 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, set./out., 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.
- 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*. 2015. em: 07/02/2023.
- KOLB, A.; DIEKMANN, M. Effects of life-history traits on responses of plant species to forest fragmentation. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 929-938, 2005.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. Editora RiMa, São Carlos. 531 p., 2006.
- LIMA, M. A. O.; MIELKE, M. S.; LAVINSKY, A. O.; FRANÇA, S.; ALMEIDA, A. A. F.; GOMES, F. P. Crescimento e plasticidade fenotípica de três espécies arbóreas com uso potencial em sistemas agroflorestais. *Scientia Forestalis*, v. 38, p. 527-534, 2010.

LIMA, N. R. W. L.; SODRÉ, G.A.; LIMA, H. R. R.; PAIVA, S.R.; LOBÃO, A.Q.; COUTINHO, A.J. Plasticidade fenotípica, *Rev. Ciência Elem.*, V5(02):017. 2017.

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

NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA JUNIOR, J. F. Efeito do substrato na emergência, crescimento e comportamento estomático em plântulas de mangabeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 15-18, 2003.

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.

ROSA, M. E.; NAVES, R.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. PRODUÇÃO E CRESCIMENTO DE MUDAS DE MANGABEIRA (*Hancornia speciosa* Gomez) EM DIFERENTES SUBSTRATOS. *Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)*, v. 35, n. 2, p. 65-70, 2 nov. 2007.

SANTOS D. P. Variabilidade Fenotípica em uma População de *Hancornia speciosa* Gomes com Base em Variáveis Morfológicas Quantitativas e Qualitativas. 19f. Monografia De Bacharelado - Fundação Universidade Federal Do Tocantins, Porto Nacional, 2013.

SCHEINER, S. M. Genetics and evolution of phenotypic plasticity. *Annual Review of Ecology & Systematics*, v. 24, p. 35-68, 1993.

SCHLICHTING, C. D.; PIGLIUCCI, M. Phenotypic evolution - A reaction norm perspective. Sinauer Associates, Sunderland, MA. 1998. 387 p.

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.

SQUILASSI, M. G. Interação de genótipos com ambientes. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 47 p., 2003.

VIA, S.; GOMULKIEWICZ, R.; DE JONG, G.; SCHEINER, S. M.; SCHLICHTING, C. D.; VAN TIENDEREN, P. H. Adaptive phenotypic plasticity: Consensus and Controversy. *TREE* 10, p. 212-217, 1995.

WEINIG, C. Plasticity versus canalization: population differences in the timing of shade-avoidance responses. *Evolution*, v. 54, p. 441-451, 2000.