



Morphological and physicochemical characterization of fruits in natural populations of *Hancornia speciosa*

Caracterização morfológica e físico-química de frutos em populações naturais de *Hancornia speciosa*

SANTOS, Guilherme Rocha dos⁽¹⁾; COIMBRA, Ronaldo Rodrigues⁽²⁾

⁽¹⁾ 0000-0002-2914-9779; Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional, Tocantins (TO), Brasil. guilhermerochasantos@hotmail.com

⁽²⁾ 0000-0002-2888-7817; Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional, Tocantins (TO), Brasil. ronaldo.rc@mail.uft.edu.br

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

Biometric studies of fruits and seeds are important to characterize the variations that occur within and between populations, being also relevant to support conservation strategies, management of natural populations and genetic improvement of a species. This study aimed to morphologically characterize three natural populations of *Hancornia speciosa* located in remnant areas of Cerrado in the municipality of Porto Nacional, Tocantins state, Brazil and to evaluate phenotypic variability through physical and chemical attributes of fruits. The studied populations were: Canaã, São Judas Tadeu and Providência. Seven genotypes were selected in each population and twenty fruits of each genotype were collected for analysis. In the fruits were measured: transverse and longitudinal diameter, total mass, number of seeds and fresh seed mass, mass and pulp yield. From the total pulp of each genotype, pH and soluble solids (^oBrix) were measured. For morphological characterization, descriptive statistics were performed and the comparison between the populations was performed using the Tukey test at 5% probability. The relationship between the variables was estimated by the Pearson correlation coefficient. For the study of phenotypic variability, principal component analysis (PCA) was performed. The population of São Judas Tadeu stood out for presenting more homogeneous fruits, bigger and with greater mass while the Providência for presenting fruits with higher content of soluble solids (^oBrix) than the other populations. It was possible to observe the trend of formation of groups of similarity involving the genotypes of each population, constituting a key element for future programs of formation of germplasm bank and genetic improvement of the species.

RESUMO

Estudos de biometria dos frutos e sementes são importantes para caracterizar as variações ocorrentes intra e interpopulacionais, sendo também relevantes para subsidiar estratégias de conservação e melhoramento genético de uma espécie. Este estudo teve como objetivo caracterizar morfológicamente três populações naturais de *Hancornia speciosa* localizadas em áreas remanescentes de Cerrado no município de Porto Nacional, estado do Tocantins, Brasil e avaliar a variabilidade fenotípica através de atributos físico-químicos dos frutos. As populações estudadas foram: Canaã, São Judas Tadeu e Providência. Foram selecionados sete genótipos em cada população e coletados vinte frutos de cada genótipo para análise. Nos frutos foram mensurados: o diâmetro transversal e longitudinal, a massa total, o número de sementes e massa fresca das sementes, massa e rendimento de polpa. Da polpa total de cada genótipo foram mensurados o pH e sólidos solúveis (^oBrix). Para caracterização morfológica foi realizada estatística descritiva e a comparação entre as populações foi realizada através do teste de Tukey a 5% de probabilidade. A relação entre as variáveis foi estimada pelo coeficiente de correlação de Pearson. Para o estudo da variabilidade fenotípica foi realizada a análise de componentes principais (PCA). A população São Judas Tadeu se destacou por apresentar frutos mais homogêneos, maiores e com maior massa enquanto a Providência por apresentar frutos com maior teor de sólidos solúveis (^oBrix) que as demais populações. Foi possível observar a tendência de formação de grupos de similaridade envolvendo os genótipos de cada população, constituindo um elemento chave para futuros programas de formação de banco de germoplasma e de melhoramento genético da espécie.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 10/12/2021

Aprovado: 22/09/202x

Publicação: 10/10/202x



Keywords:

cerrado, mangabeira, conservação

Palavras-Chave:

cerrado, mangabeira, conservação

Introdução

Hancornia speciosa Gomes (mangabeira) é uma frutífera nativa de regiões tropicais que cresce espontaneamente em zonas litorâneas do Nordeste e no domínio Cerrado das diversas regiões do Brasil (Ferro et al., 2015). A planta se adapta bem em áreas com temperatura média de 25 °C, precipitação de 750 a 1600 mm/ano e em altitudes de até 1500 m, possui boa tolerância ao estresse hídrico e apresenta bom desenvolvimento vegetativo durante as estações de alta temperatura (Santos et al., 2017). Na região do Cerrado a *H. speciosa* floresce de julho a setembro e os frutos amadurecem de setembro a dezembro (Gonçalves et al., 2013).

Os frutos são do tipo baga, com aroma agradável, elevada acidez, alto conteúdo de sólidos solúveis e, além de possuírem características físicas excelentes, têm elevado valor nutritivo (Costa et al., 2011). Apresentam boa digestibilidade e teor de proteína superior ao da maioria das frutas utilizadas comercialmente (Martins et al., 2017).

O intenso mercado de terras, a produção de monoculturas e a construção de infraestruturas turísticas têm contribuído para a redução das áreas de ocorrência natural de *H. speciosa* (Mota et al., 2008). Em contrapartida, nas últimas décadas tem-se constatado o aumento da demanda pelos frutos *in natura* de *H. speciosa* bem como para produtos que passam por beneficiamento, pois o fruto é matéria-prima para sucos, biscoitos, licores, geléias, bombons, balas, bolos, sorvetes, dentre outros (Oliveira et al., 2017). Além do uso do fruto para fins alimentícios, porém menos comuns, estão os usos da madeira como combustível e das raízes, cascas e látex para fins medicinais (Ferreira; Marinho, 2007). Mesmo sendo bem aceita pela população e pela indústria, quase não existem cultivos desta frutífera e a exploração ainda é feita através do extrativismo em populações silvestres que apresentam expressiva variabilidade entre elas (Soares et al., 2004).

Uma considerável variabilidade é observada em *H. speciosa*, como variação na altura da árvore e diâmetro do caule, coloração, formato, massa e produção de frutos, número e massa das sementes e rendimento da polpa mais casca (Ganga et al., 2010). O conhecimento da magnitude dessa variabilidade fenotípica auxilia no delineamento de estratégias para fins de conservação, domesticação e melhoramento da espécie (Silva et al., 2017), promovendo a incorporação da *H. speciosa* nos sistemas produtivos regionais (Ganga et al., 2009).

Algumas pesquisas já foram realizadas com o intuito de descrever diversidade genética em populações naturais de *H. speciosa* e também em acessos de bancos de germoplasma. Por serem recentes e limitados, esses estudos devem continuar sendo desenvolvidos para garantir a geração de mais informações (Nascimento et al., 2017). Nesse sentido, estudos de biometria dos frutos e sementes são importantes para caracterizar as variações ocorrentes intra e interpopulacionais, permitindo inferir sobre fatores ambientais e genéticos que determinam essas divergências. Tais informações são relevantes para subsidiar estratégias de conservação, manejo das populações naturais e melhoramento genético (Oliveira et al., 2014).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo caracterizar morfológicamente e avaliar a variabilidade fenotípica de populações naturais de *H. speciosa* com base em variáveis de frutos *in natura*.

Materiais e métodos

Áreas de estudo

O trabalho foi realizado em três populações naturais de *H. speciosa* var. *speciosa* ocorrentes em áreas de Cerrado típico de propriedades particulares localizadas no município de Porto Nacional, estado do Tocantins, Brasil (Fig. 1), sendo estas chamadas de população São Judas Tadeu (10°48'0,6" S e 48°25'37,3" O; altitude de 260 m), população Canaã (10°40'23,1" S e 48°20'54,3" O; altitude de 280 m) e população Providência (10°33'31,2" S e 48°24'43,8" O; altitude de 220 m).

A população São Judas Tadeu localiza-se às margens da TO 070, que liga Porto Nacional a Brejinho de Nazaré, a 24 km de Porto Nacional. A população Canaã localiza-se às margens da rodovia TO 230, aproximadamente 10 km da zona urbana de Porto Nacional em direção a Monte do Carmo e a população Providência localiza-se às margens da rodovia TO 050 que liga Porto Nacional a Palmas, a 18 km de Porto Nacional.

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).

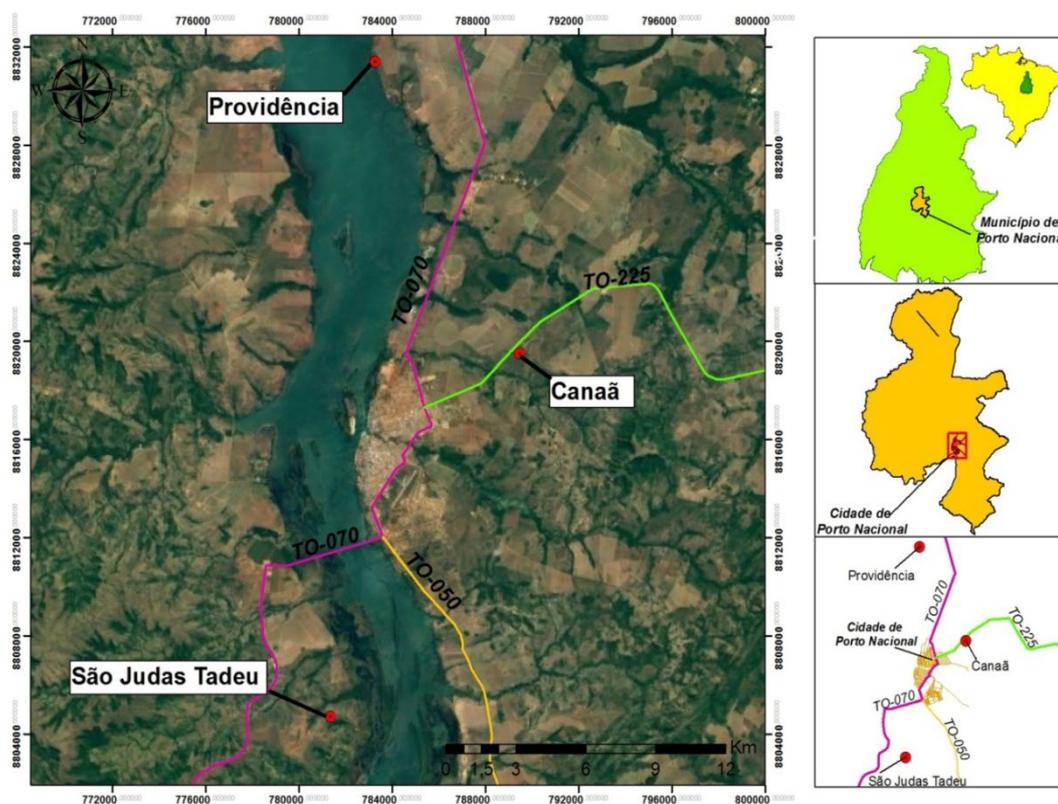
Coleta dos frutos

Em novembro de 2017 foram coletados vinte frutos em estágio de maturação fisiológica em sete genótipos adultos de cada população. Esses genótipos adultos estavam localizados a pelo menos 20 metros de distância um dos outros. A determinação dos genótipos amostrados foi realizada considerando-se estudos preliminares de Freitas et al. (2012); Matos (2013) e Santos (2013). Foram amostrados os genótipos mais representativos da variabilidade fenotípica de cada população segundo esses estudos. Os genótipos já possuíam numeração com plaquetas de alumínio e suas localizações estavam georreferenciadas com o auxílio de um receptor do Sistema de Posicionamento Global por satélite (GPS), o que facilitou o encontro de cada um.

A mensuração das variáveis em cada genótipo foi realizada no Laboratório de Genética da Universidade Federal do Tocantins, em Porto Nacional. Algumas variáveis só puderam ser analisadas após maturação completa dos frutos, o que ocorreu para a maioria deles no terceiro dia após a coleta.

Figura 1.

Localização da área das populações em estudo: Providência, Canaã e São Judas Tadeu. Município de Porto Nacional, estado do Tocantins, Brasil.



Fontes: Dados da pesquisa (2017)

Análise de solos

Sob a copa de cada genótipo foram coletadas amostras de solo simples, totalizando sete amostras para cada população. Essas amostras foram misturadas para obtenção de uma amostra composta por população, sendo levadas então ao laboratório para prosseguir com a análise físico-química do solo.

A análise do solo teve como objetivo auxiliar no entendimento das possíveis variações morfológicas e físico-químicas que poderiam ser apresentadas entre os frutos das populações, sendo o solo onde está localizada cada população caracterizado através da análise em laboratório.

A caracterização físico-química do solo das áreas onde as populações estudadas estão estabelecidas é apresentada na Tab. 1. De modo geral, os solos das três áreas são classificados como ácidos e com pouca disponibilidade de nutrientes, porém o solo da população Canaã é ligeiramente menos fértil que os demais (Reatto et al., 2004).

Tabela 1.

Características físicas e químicas dos solos das populações Providência, São Judas Tadeu e Canaã. Município de Porto Nacional, estado do Tocantins, Brasil, 2017.

Componentes	Populações		
	Canaã	São Judas Tadeu	Providência
<i>Análise granulométrica</i>			
Argila (%)	34,00	16,20	14,00
Silte (%)	14,00	10,60	14,00
Areia (%)	52,00	73,20	72,00
<i>Análise química</i>			
pH CaCl ₂	3,96	4,15	4,18
Ca (meq/100ml)	0,14	0,17	0,17
Mg (meq/100ml)	0,11	0,12	1,13
Al (meq/100ml)	0,90	0,52	0,40
H + Al (meq/100ml)	11,18	4,32	4,20
K (meq/100ml)	0,13	0,08	0,08
P (mg/dm ³)	1,80	2,62	2,50
S (mg/dm ³)	1,80	2,10	2,00
Mat. Org. (%)	2,15	0,66	0,50
Zn (mg/dm ³)	0,30	0,12	0,10
Cu (mg/dm ³)	0,60	0,36	0,40
Fe (mg/dm ³)	39,00	77,60	73,00
Mn (mg/dm ³)	1,00	31,40	2,0
CTC	11,60	4,68	4,60
V (%)	3,30	8,06	8,40

pH_{CaCl₂} = pH em cloreto de cálcio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; Al = alumínio; H + Al = hidrogênio + alumínio; K = potássio; P = fósforo; S = enxofre; Mat. Org. = matéria orgânica; Zn = zinco; Cu = cobre; Fe = ferro; Mn = manganês; CTC = capacidade de troca catiônica; V = saturação por bases.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Caracterização morfológica e físico-química

Para caracterização morfológica dos frutos de cada genótipo, foram mensurados o Diâmetro Longitudinal (DLF, mm) e Diâmetro Transversal (DTF, mm), obtidos por meio de um paquímetro digital; Massa do Fruto (MF, g), Massa Fresca das Sementes por Fruto (MS, g) e Massa de Polpa (MP, g) obtidas por meio de uma balança analítica; Número de Sementes por Fruto (NS, und) contadas manualmente e Rendimento de Polpa (RP, %), que foi obtido utilizando-se a seguinte equação: $RP = \frac{(MP \times 100)}{MF}$. A massa da polpa foi extraída manualmente. As variáveis DLF, DTF e MF foram mensuradas realizando a média de todos os vinte frutos, já as variáveis MS, MP, NS e RP foram mensuradas a partir de cinco frutos amostrados aleatoriamente.

Para a obtenção dos sólidos solúveis expressos em °Brix foram amostrados cinco frutos aleatoriamente de cada genótipo. Os frutos foram prensados com auxílio de uma gase para extração do suco. Misturou-se o suco dos cinco frutos, obtendo-se então uma amostra que representou a média dessa variável para dado genótipo. Após este procedimento foram pipetados 100 µl do extrato obtido da polpa no prisma de um refratômetro portátil com faixa

de medição de 0,0 a 53,0%, obtendo-se a leitura direta em °Brix a uma temperatura de 20 °C (Pinheiro et al., 2018).

O potencial hidrogeniônico (pH) foi mensurado no medidor de pH colocando-se o eletrodo diretamente na mistura do suco extraído dos cinco frutos amostrados para a obtenção do °Brix, com a utilização de potenciômetro com membrana de vidro ajustado com tampões de pH 7 e 4.

Análise de dados

Visando a caracterização morfológica das populações, foram realizadas estatísticas descritivas com os dados obtidos e a relação entre as variáveis estudadas foi estimada pelo coeficiente de correlação de Pearson, sendo a hipótese de que o coeficiente de correlação é igual a zero testada pela estatística “t” a 5% de probabilidade. As médias das populações foram comparadas pelo teste de Tukey 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.

Resultados e discussão

Conforme os resultados da análise de variância ao nível de 5% de probabilidade, as populações apresentaram médias diferentes para maioria das variáveis estudadas, com exceção apenas para massa das sementes (MS) e número de sementes (NS) (Tab. 2).

Observando o coeficiente de variação percebe-se que ocorre variação entre os indivíduos de uma mesma população principalmente em relação às variáveis massa do fruto (MF), massa da semente (MS), massa da polpa (MP) e número de sementes (NS) (Tab. 2). Esta grande variabilidade dentro das populações, considerando as variáveis morfológicas de frutos e sementes, foi observada também por Pinheiro et al. (2018) que avaliou genótipos das mesmas populações as quais foram tratadas no presente estudo e por Freitas et al. (2012) que caracterizou morfológicamente uma população natural de *H. speciosa* localizada no município de Porto Nacional-TO.

H. speciosa ainda é uma espécie não completamente domesticada. Por esta razão e por ser propagada por sementes, possui variações expressivas entre plantas de uma mesma população. Essa falta de uniformidade é um obstáculo para indústria, que precisa de padronização e qualidade dos frutos para desenvolver produtos de valor agregado e novos mercados (Ferro et al., 2015). Dessa forma, para que o cultivo comercial seja viável, pesquisas com melhoramento genético da espécie devem ser realizados e é importante que os genótipos selecionados reúnam características superiores às plantas em estado natural, principalmente com relação à produtividade, estabilidade na produção e qualidade de frutos (Ganga et al., 2010). Em função desse interesse pelo cultivo das plantas e melhoramento genético visando a obtenção de melhores frutos, associados ao risco de erosão genética se tornam necessários e

urgentes os trabalhos de coleta, conservação, avaliação e intercâmbio entre regiões do germoplasma da espécie (Yokomizo, 2015).

O tamanho do fruto é uma variável importante, considerando que a *H. speciosa* tem valor como fonte de alimento e é utilizada pelas comunidades e indústrias locais, sendo um caractere observado no melhoramento genético (Pinheiro et al., 2018). As populações Providência e São Judas Tadeu apresentaram médias superiores para o diâmetro longitudinal do fruto (DLF) (40,02 mm e 39,35 mm, respectivamente) diferindo estatisticamente da média de Canaã cujo valor foi 34,17 mm; e para o diâmetro transversal do fruto (DTF) (38,52 mm e 39,21 mm respectivamente), porém, para esta variável apenas a população São Judas Tadeu diferiu estatisticamente da população Canaã que teve média de 33,11 mm.

Tabela 2.

Estatística descritiva e comparação das populações Canaã, São Judas Tadeu e Providência considerando-se as variáveis de frutos, sementes e características químicas da polpa. Valores obtidos a partir de frutos coletados em novembro de 2017. Município de Porto Nacional, estado do Tocantins, Brasil.

Pop.	DLF (mm)	DTF (mm)	MF (g)	MS (g)	MP (g)	NS (und.)	RP (%)	°Brix	pH
Can.									
Média	34,17 b	33,11 b	20,86 b	3,33 a	17,53 b	18,11 a	84,03 b	13,64 b	4,11 b
CV (%)	12,85	12,88	36,44	36,59	32,56	21,98	3,98	10,30	3,73
S. J. T.									
Média	39,35 a	39,21 a	34,29 a	4,02 a	30,27 a	20,91 a	88,27 a	12,64 b	4,37 a
CV (%)	8,17	10,34	23,45	20,80	22,72	25,85	0,71	11,12	4,75
Prov.									
Média	40,02 a	38,52 ab	33,30 a	3,65 a	29,65 a	20,06 a	89,04 a	17,03 a	3,98 b
CV (%)	7,99	10,50	25,97	23,41	28,37	32,09	2,22	15,58	4,68
M. G.	37,85	36,95	29,48	3,67	25,81	19,69	87,11	14,44	4,15

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (Pop.) População; (Can.) Canaã; (S. J. T.) São Judas Tadeu; (Prov.) Providência; (M. G.) Média Geral; (DLF) diâmetro longitudinal do fruto; (DTF) diâmetro transversal do fruto; (MF) massa do fruto; (MS) massa da semente; (MP) massa da polpa; (NS) número de sementes; (RP) rendimento de polpa; (°Brix) sólidos solúveis totais da polpa; (pH) potencial hidrogeniônico da polpa.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Os frutos analisados nesse estudo apresentaram média geral para as variáveis dimensionais do fruto de 37,85 mm para DLF e 36,95 mm para DTF. Esses resultados foram semelhantes aos amostrados por Perfeito et al. (2015), que em estudo visando caracterizar frutos de *H. speciosa* do cerrado coletadas na Estação Experimental da Universidade Estadual de Goiás, descreveu médias de 38,78 mm para DLF e 35,43 mm para DTF. Da Silva et al. (2017) em estudo de populações naturais de *H. speciosa* realizado no município de Morros-MA, região caracterizada por extensas áreas de vegetação de transição entre Cerrado e Restinga relatou

média geral semelhante para DLF (37 mm) e inferior para DTF (31,7 mm). Freitas et al. (2012) visando caracterizar morfológicamente e estimar a variabilidade fenotípica na população Canaã, encontraram valores médios de 34,8 mm para DLF e 32,9 mm para DTF. Analisando características produtivas de 36 progênies de meios irmãos de mangabeiras de populações do Amapá, Yokomizo et al. (2017) registraram em seu estudo valores médios de 29,17 mm para DLF e 35,46 mm para DTF.

As populações Providência e São Judas Tadeus apresentaram médias superiores para MF (33,30 g e 34,29 g respectivamente) diferindo estatisticamente da média de Canaã que foi 20,86 g. Em referência à MP, Providência e São Judas Tadeu apresentaram médias superiores (29,65 g e 30,27 g respectivamente), as quais diferiram estatisticamente da população Canaã que obteve média de 17,53 g.

A média geral da variável MF foi 29,48 g e a média geral da MP foi 25,81 g. Resultado semelhante foi encontrado por Ganga et al. (2010) em que seus autores descreveram média da MF de 27,88 g e da MP com casca de 23,61 g. Perfeito et al. (2015) encontraram valor semelhante para MF com média de 28,71 g e valor inferior para MP com média de 17,11 g. Com o objetivo de verificar a divergência genética entre 25 genótipos de *H. speciosa* da região de Iramaia-Chapada Diamantina-Bahia, Silva et al. (2013) relataram em seus estudos médias inferiores para MF (24,45 g) e para MP (22,03 g), assim como Da Silva et al. (2017) que registraram médias de 20,79 g para MF e 18,00 g para MP com casca. Em Porto Nacional, na mesma região do presente trabalho, Freitas et al. (2012) também encontraram médias inferiores para as duas variáveis obtendo o valor de 20,97 g para MF e 10,30 g para MP. Já Gonçalves et al. (2013), visando a caracterização de *H. speciosa* em vegetação natural do Cerrado na região leste de Mato Grosso, encontraram valores superiores para as duas variáveis sendo 46,49 g para média da MF e 40,15 para média da MP.

As populações São Judas Tadeu e Providência apresentaram médias superiores para o rendimento da polpa (RP) (88,27% e 89,04% respectivamente) diferindo estatisticamente da média de Canaã que foi 84,03%. Em relação ao RP das três populações, a média geral foi de 87,11%, resultado semelhante ao obtido por Da Silva et al. (2017) de 86,69%. Perfeito et al. (2015) relataram resultado inferior encontrando o valor de 72,51% para média do RP, o que vale também para Ganga et al. (2010) com média de 82,68%. Média superior foi registrada por Silva et al. (2013) os quais obtiveram o valor de 88,4%.

As análises do solo revelaram que o solo em que a população Canaã cresceu apresentava maior porcentagem de argila e silte e, conseqüentemente, menor porcentagem de areia; foi assim, classificado como arenoso-argiloso, enquanto os demais solos foram classificados como franco-arenosos (IBGE, 2007). De acordo com Reatto et al. (2004), o solo em que a população Canaã cresceu era mais ácido que os demais, ou seja, tinham pH muito baixo, apresentando os mais baixos teores de cálcio e magnésio. O teor de fósforo foi baixo em todas as áreas, porém a população Canaã apresentou o menor teor. O teor de potássio também foi baixo nos solos das

três populações, porém, quanto a esse macronutriente a população Canaã apontou o maior teor. No geral, observou-se que todas as amostras de solo eram pobres em nutrientes, com baixo teor de matéria orgânica, alta acidez e alto teor de alumínio. Segundo Ferreira et al. (2006), o excesso desse alumínio no solo pode ser tóxico às plantas, sendo a redução da taxa de crescimento radicular um dos principais efeitos causados. Por consequência ocorre uma diminuição da capacidade da planta em obter água e nutrientes do subsolo, em razão do enraizamento superficial, tornando-a, portanto, menos produtiva e mais susceptível à seca. O maior teor de alumínio foi observado no solo da população Canaã.

Dessa forma, foi possível observar que a população Canaã está situada em um solo relativamente menos fértil e isso possivelmente refletiu em inferioridade em relação às dimensões dos frutos e rendimento de polpa, ainda que segundo Rodrigues et al. (2017) *H. speciosa* seja adaptada a condições de baixa fertilidade. Outro fato que pode ter influenciado é que tanto a população São Judas Tadeu quanto a Providência estão localizadas em áreas próximas ao reservatório Luiz Eduardo Magalhães, o que pode implicar em maior disponibilidade de água favorecendo nesse aspecto essas duas populações (Fig. 1).

Em referência ao teor de sólidos solúveis (°Brix), Providência apresentou média superior (17,03 °Brix) não havendo diferença significativa entre as médias observadas nas populações São Judas Tadeu (12,64 °Brix) e Canaã (13,64 °Brix). Os sólidos solúveis presentes na polpa dos frutos incluem importantes compostos responsáveis pelo sabor e pela consequente aceitação por parte dos consumidores. Os mais importantes são os açúcares e os ácidos orgânicos (Santos et al., 2012). De acordo com Nascimento et al. (2014) o teor de açúcares normalmente constitui cerca de 85% do teor de sólidos solúveis; assim, os frutos com teores de sólidos solúveis mais elevados são preferidos tendo em vista o consumo *in natura* e o processamento, por possuírem excelente grau de doçura. O teor médio de sólidos solúveis totais encontrado para as populações em estudo foi de 14,44 °Brix, valor próximo ao reportado por Santos et al. (2012) de 14,83 °Brix para sólidos solúveis de frutos *in natura* e inferior aos descritos por Lima et al. (2015) de 26,19 °Brix e por Nascimento et al. (2014) de 17,04 °Brix. O resultado dessa pesquisa é superior, porém próximo, ao obtido por Silva et al. (2013) que descreveu 14,15 °Brix.

O potencial hidrogeniônico (pH) é um parâmetro usado para se medir a acidez de frutas e o seu aumento está diretamente relacionado com o decréscimo da acidez ocorrida com o avanço da maturação dos frutos (Da Silva et al., 2008). A população São Judas Tadeus apresentou média superior (4,37) para o pH da polpa em relação aos valores obtidos nas populações Providência (3,98) e Canaã (4,11). O pH médio de 4,15 obtido para as populações estudadas é superior aos valores citados em trabalhos anteriores que variam entre 3,5 a 3,97 (Silva et al., 2013; Nascimento et al., 2014; Lima et al., 2015; Perfeito et al., 2015) e inferior aos resultados encontrados por Da Silva et al. (2017) que obtiveram um pH médio de 5,12.

Assim como nas características do solo, as populações São Judas Tadeu e Providência apresentaram semelhanças na morfologia de frutos e sementes. Entre essas duas populações não houve diferença significativa nas médias das variáveis analisadas neste estudo, com exceção do °Brix e pH da polpa.

Para a variável MS por fruto não houve diferença significativa entre as médias das populações. Quanto ao NS por fruto a média geral foi de 19,69 com MS média por fruto de 3,67 g, resultados superiores às médias encontradas por Silva et al. (2013) que foram de 11,14 sementes por fruto correspondendo a massa de 2,42 g e por Da Silva et al. (2017) que encontraram média de 9,91 sementes por fruto e 2,79 g para média da massa das sementes por fruto. Os valores encontrados no presente trabalho foram inferiores aos encontrados por Gonçalves et al. (2013) que encontraram média de 22 sementes por fruto e 6,33 g para média da massa das sementes. Freitas et al. (2012) relataram proximidade ao valor deste trabalho para média do número de sementes (16,10 por fruto) e valor inferior para a média da massa das sementes (5,05 g). Perfeito et al. (2015) e Nascimento et al. (2014) publicaram apenas valores da massa média das sementes por fruto, sendo 6,07 g e 2,40 g respectivamente.

As populações estudadas não apresentaram diferença significativa em relação ao número de sementes, indício de que as taxas e frequências de polinização eram semelhantes entre elas. Populações de polinizadores em maior número serão favorecidas quando as populações de *H. speciosa* estiverem inseridas em uma matriz de vegetação natural com alta heterogeneidade ambiental e elevada diversidade de plantas, que possam fornecer alimento para os polinizadores adultos nos períodos em que a planta não estiver florida (Ganga et al., 2010). Como *H. speciosa* é autoincompatível, exigindo genótipos diferentes da espécie e polinizadores específicos para que ocorram a fecundação cruzada e a produção de frutos, o aumento da frequência de polinizadores leva a uma taxa de frutificação mais alta, frutos maiores e com mais sementes (Vieira et al., 2017). O número de sementes é fator importante para a reprodução da espécie, uma vez que as sementes de *H. speciosa* são recalcitrantes perdendo seu potencial germinativo com a desidratação, assim, quanto maior o número de sementes maior será o potencial de reprodução (Pinheiro et al., 2018).

Visto que as sementes de *H. speciosa* têm um período curto para germinar e ainda não possuem um protocolo de micropropagação e conservação *in vitro*, o germoplasma de mangabeira deve ser conservado na forma de coleções de plantas vivas mantidas *ex situ* ou através de conservação *in situ* mantidas em áreas de preservação permanente ou reservas (Yokomizo, 2015). Outra forma de auxiliar na conservação dessa espécie é conscientizando os produtores rurais que tenham a presença de populações nativas, da importância deste germoplasma.

Em valores absolutos a população São Judas Tadeu apresentou médias ligeiramente superiores para a maioria das variáveis: DTF (39,21 mm), MF (34,29 g), MS (4,02 g), MP (30,27 g), NS (20,91 und.) e pH (4,37) conforme Tab. 1.

No que se refere às correlações entre variáveis, a Canaã apresentou o maior número de correlações significativas e de elevada magnitude. Nessa população, as variáveis dimensionais do fruto (DTF e DLF) apresentaram correlação significativa positiva com MF, MS e MP, indicando que frutos maiores e mais pesados possuem também sementes mais pesadas. As mesmas correlações também foram encontradas por Freitas et al. (2012) e por Pinheiro et al. (2018). Não houve correlação significativa entre as variáveis dimensionais do fruto e NS, assim não se pode afirmar que para a população Canaã os frutos maiores e mais pesados também possuem maior quantidade de sementes, fato que depende diretamente da ocorrência de polinização eficiente nessa população (Tab. 3).

Tabela 3.

Correlação entre as variáveis de frutos, sementes e características químicas da polpa da população Canaã. Valores obtidos a partir de frutos coletados em novembro de 2017. Município de Porto Nacional, estado do Tocantins, Brasil.

	DTF (mm)	MF (g)	MS (g)	MP (g)	NS (und.)	RP (%)	°Brix	pH
DLF	0,83*	0,90*	0,84*	0,88*	0,51	-0,26	0,79*	0,49
DTF		0,98*	0,84*	0,98*	0,57	-0,02	0,69	0,56
MF			0,84*	0,98*	0,54	-0,03	0,77*	0,58
MS				0,86*	0,84*	-0,53	0,42	0,25
MP					0,57	-0,04	0,74	0,50
NS						-0,65	0,01	0,14
RP							0,35	0,37
°Brix								0,71

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”. (DLF) diâmetro longitudinal do fruto; (DTF) diâmetro transversal do fruto; (MF) massa do fruto; (MS) massa da semente; (MP) massa da polpa; (NS) número de sementes; (RP) rendimento de polpa; (°Brix) sólidos solúveis da polpa; (pH) potencial hidrogeniônico da polpa.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Nessa população foi possível verificar uma correlação de moderada magnitude entre o DLF e a MF com o °Brix, indicando que de certo modo, frutos maiores e mais pesados tendem a possuírem maiores teores de açúcares, o que não foi observado nas demais populações. Essas correlações não foram observadas por Pinheiro et al. (2018).

A população Providência apresentou o menor número de correlações significativas. Nesta população apenas uma variável dimensional do fruto (DTF) apresentou correlação significativa positiva com MF sendo o mesmo observado por Pinheiro et al. (2018) que constataram uma correlação positiva perfeita entre essas duas variáveis. Nenhuma variável dimensional do fruto apresentou correlação significativa com MP que é uma correlação esperada (Capinan et al., 2007; Sousa et al., 2007; Freitas et al., 2012; Pinheiro et al., 2018). Apesar disso, a MF apresentou correlação significativa positiva com a massa das sementes

(MS), massa da polpa (MP) e número de sementes (NS) indicando que frutos mais pesados tendem a conter maior quantidade de polpa e mais sementes sendo estas mais pesadas (Tab. 4).

Tabela 4.

Correlação entre as variáveis de frutos, sementes e características químicas da polpa da população Providência. Valores obtidos a partir de frutos coletados em novembro de 2017. Município de Porto Nacional, estado do Tocantins, Brasil.

	DTF (mm)	MF (g)	MS (g)	MP (g)	NS (und.)	RP (%)	°Brix	pH
DLF	0,34	0,56	0,85*	0,68	0,83*	-0,22	-0,18	0,51
DTF		0,96*	0,66	0,69	0,72	0,16	0,59	0,26
MF			0,78*	0,77*	0,84*	0,11	0,50	0,31
MS				0,72	0,87*	-0,33	-0,09	0,72
MP					0,87*	0,40	0,45	0,27
NS						0,05	0,26	0,37
RP							0,83*	-0,67
°Brix								-0,51

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t". (DLF) diâmetro longitudinal do fruto; (DTF) diâmetro transversal do fruto; (MF) massa do fruto; (MS) massa da semente; (MP) massa da polpa; (NS) número de sementes; (RP) rendimento de polpa; (°Brix) sólidos solúveis da polpa; (pH) potencial hidrogeniônico da polpa.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Foi verificada correlação positiva de elevada magnitude entre as variáveis RP e °Brix, o que indica que nessa população frutos com maior RP possuem maiores teores de açúcar. No trabalho de Pinheiro et al. (2018), que também avaliaram parâmetros químicos, essa correlação não foi significativa em nenhuma das populações estudadas.

Das populações estudadas a população São Judas Tadeu apresentou número intermediário de correlações significativas entre as variáveis. A MF apresentou uma forte correlação significativa positiva com a MS, MP e com o NS (Tab. 5).

Embora as correlações sejam diferentes nas populações estudadas, observamos que as correlações positivas mais expressivas (iguais ou acima de 90%) se concentram na correlação das variáveis dimensionais do fruto com MF (encontrada na população Canaã, São Judas Tadeu e Providência) e MP (população Canaã); na correlação das variáveis MF com MP (população Canaã e São Judas Tadeu), MF com MS (população São Judas Tadeu) e na correlação entre MS e MP (população São Judas Tadeu). A correlação entre DTF e MF ocorreu nas três populações com valores acima de 90%, o mesmo foi relatado em outros trabalhos (Capinan et al., 2007; Sousa et al., 2007; Freitas et al., 2012; Pinheiro et al., 2018).

O estudo da variabilidade fenotípica entre e dentro das populações foi realizado pela análise de componentes principais (PCA) (Fig. 2). Os três primeiros componentes principais explicam 88,8% da variação total, sendo possível observar a tendência de formação de grupos

de similaridade envolvendo os genótipos de cada população, o que confirma a existência de variabilidades morfológicas entre e dentro das populações. Pinheiro et al. (2018) estudando populações de *H. speciosa*, observou pela análise de componentes principais a não formação de grupos de similaridade, constatando que a maior variabilidade ocorreu dentro de cada população.

As variáveis que mais contribuíram para o agrupamento dos genótipos foram MF no componente um; °Brix no componente dois e RP no componente três. O que indica que de modo geral as diferenças entre e dentro de populações se devem principalmente devido a variação existente em relação a essas variáveis.

Tabela 5.

Correlação entre as variáveis de frutos, sementes e características químicas da polpa da população São Judas Tadeu. Valores obtidos a partir de frutos coletados em novembro 2017. Município de Porto Nacional, estado do Tocantins, Brasil.

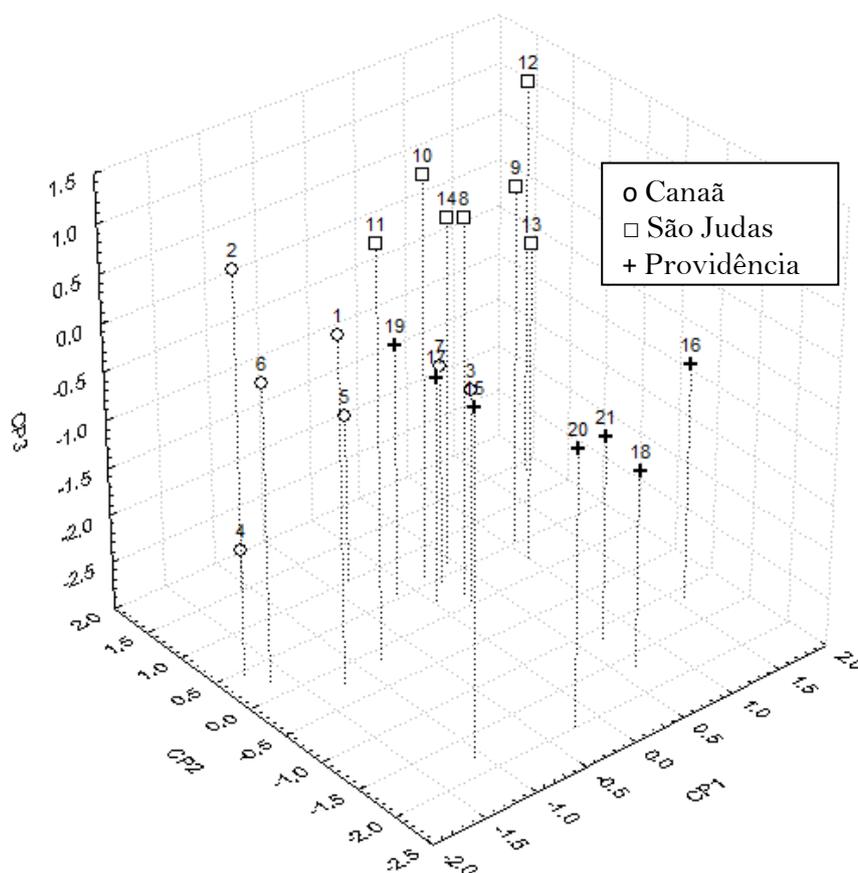
	DTF (mm)	MF (g)	MS (g)	MP (g)	NS (und.)	RP (%)	°Brix	pH
DLF	0,38	0,55	0,76*	0,60	0,44	-0,43	-0,21	0,36
DTF		0,96*	0,83*	0,88*	0,81*	0,12	-0,27	0,63
MF			0,93*	0,96*	0,84*	0,01	-0,29	0,69
MS				0,95*	0,76*	-0,23	-0,09	0,65
MP					0,88*	0,06	-0,23	0,66
NS						0,41	-0,22	0,74
RP							-0,29	-0,03
°Brix								0,07

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t". (DLF) diâmetro longitudinal do fruto; (DTF) diâmetro transversal do fruto; (MF) massa do fruto; (MS) massa da semente; (MP) massa da polpa; (NS) número de sementes; (RP) rendimento de polpa; (°Brix) sólidos solúveis da polpa; (pH) potencial hidrogeniônico da polpa.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Figura 2.

Dispersão de genótipos de três populações naturais de *H. speciosa* gerado a partir dos três primeiros componentes principais considerando-se variáveis morfológicas de frutos e sementes e variáveis químicas da polpa. Valores obtidos de frutos coletados em novembro de 2017. Município de Porto Nacional, estado do Tocantins, Brasil.



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Conclusões

As populações naturais de *H. speciosa* avaliadas diferiram entre si para a maioria das variáveis morfológicas e físico-químicas.

Foi possível observar através do estudo de variabilidade fenotípica a tendência de formação de grupos de similaridade envolvendo os genótipos das três populações, confirmando a existência de variabilidades morfológicas entre e dentro das populações. Tal fato possui indubitável importância genética, pois pode se constituir em elemento chave para futuros programas de formação de banco de germoplasma e de melhoramento genético da espécie.

REFERÊNCIAS

- Capinan, G. C. S.; Silva, S. A.; Moreira, R. F. C.; Ribeiro, F. G.; Cunha, E. C. (2007). Caracterização agrônômica de plantas e frutos de mangabeiras do estado da Bahia. *Magistra*, 19 (4), pp. 290-298.
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR2008005200>
- Costa, T. S.; Silva, A. V. C.; Lédo, A. S.; Santos, A. R. F.; Júnior, J. F. S. (2011). Diversidade genética de acessos do Banco de Germoplasma de mangaba em Sergipe. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46 (5), pp. 499-508.
<https://www.scielo.br/j/pab/a/VV68v89LDzVWFQC6qCzVGwK/?lang=pt>
- Da Silva, J. E. B.; Neto, J. D.; Gomes, J. P.; Maciel, J. L.; Silva, M. M.; Lacerda, R. D. (2008). Avaliação do °Brix e pH de frutos da goiabeira em função de lâminas de água e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 10 (1), pp. 43-52.
<http://www.bibliotekevvirtual.org/revistas/RBPA/v10n01/v10n01a06.pdf>
- Da Silva, L. P. V.; Araújo, J. R. G.; Rocha, A. E.; Carvalho, M. J. N.; Braun, H.; Mesquita, M. L. R. (2017). Caracaterization of mangabeira trees and fruits in the savanah - restinga transition zone. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39 (4), pp. 1-7.
<https://www.scielo.br/j/rbf/a/JnCsBpz8zF9KqppGBDHzqdj/?lang=en>
- Ferreira, E. G.; Marinho, S. J. O. (2007). Produção de frutos da mangabeira para consumo *in natura* e industrialização. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 1 (1), pp. 9-14.
- Ferreira, R. P.; Moreira, A.; Rassini, J. B. (2006). Toxidez de alumínio em culturas anuais (1ª ed.). Embrapa Pecuária Sudeste.
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/47901/4/Documentos63.pdf>
- Ferro, J. H. A.; Lemos, E. E. P.; Froehlich, A.; Sousa, J. S.; Faustino, G. L. (2015). Caracterização morfológica dos frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) produzidos em Alagoas. *Ciência Agrícola*, 13 (1), pp. 69-75.
https://www.researchgate.net/publication/323460751_CARACTERIZACAO_MORFOLOGICA_A_DOS_FRUTOS_DE_MANGABA_Hancornia_speciosa_Gomes_PRODUZIDOS_EM_ALAGOAS
- Freitas, M. K. C.; Coimbra, R. R.; Aguiar, G. B.; Aguiar, C. B. N.; Chagas, D. B.; Ferreira, W. M.; Oliveira, R. J. (2012). Variabilidade fenotípica e caracterização morfológica de uma população natural de *Hancornia speciosa* GOMES. *Bioscience Journal*, 28 (5), pp. 833-841.
<https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13455/10565>
- Ganga, R. M. D.; Chaves, L. J.; Naves, R. V. (2009). Parâmetros genéticos em progênies de *Hancornia speciosa* Gomes do Cerrado. *Scientia Forestalis*, 37 (84), pp. 395-404.
http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/16773/Scientia_Forestalis_v37_n84_p395-404_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ganga, R. M. D.; Ferreira, G. S.; Chaves, L. J.; Naves, R. V.; Nascimento, J. L. (2010). Caracterização de frutos e árvores de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do cerrado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32 (1), pp. 101-113.
<https://www.scielo.br/j/rbf/a/LLpzc5Dj8zy3Zz5mtm7skCj>
- Gonçalves, L. G. V.; Andrade, F. R.; Junior, B. H. M.; Schossler, T. R.; Lenza, E.; Marimon, B. S. (2013). Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, 36 (1), pp. 31-40.
<https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16280/13240>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2007). Manual Técnico de Pedologia (2ª ed.). Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.
<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv37318.pdf>

- Lima, J. P.; Rodrigues, L. F.; Monteiro, A.; Boas, E. V. (2015). Climacteric pattern of mangaba fruit (*Hancornia speciosa* Gomes) and its responses to temperature. *Scientia Horticulturae*, 197, pp. 399-403.
https://www.researchgate.net/publication/283666564_Climacteric_pattern_of_mangaba_fruit_Hancornia_speciosa_Gomes_and_its_responses_to_temperature
- Martins, H. D.; Perfeito, D. G. A.; Silva, A. R.; Peixoto, N. (2017). Caracterização e estudo da estabilidade física de suco misto adoçado de mangaba e cagaita. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4 (2), pp. 81-87.
https://www.researchgate.net/publication/327785433_CHARACTERIZACAO_E_ESTUDO_DA_ESTABILIDADE_FISICA_DE_SUCO_MISTO_ADOCADO_DE_MANGABA_E_CAGAITA
- Matos, V. F. (2013). *Variabilidade fenotípica em uma população natural de Hancornia speciosa* Gomes. [Relatório Final PIBIC, Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica] Fundação Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, Tocantins, Brasil.
- Mota, D. M.; Schmitz, H.; Silva Júnior, J. F. (2008). Atores, canais de comercialização e consumo da mangaba no nordeste brasileiro. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 46 (1), pp. 121-143.
<https://www.scielo.br/j/res/a/TwBp4g5YFLN8prvVkG8NVfk/?lang=pt>
- Nascimento, A. L. S.; Sá, A. J.; Ledo, A. S.; Silva, A. V. C. (2017). Extração de DNA em mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). *Nucleus*, 14 (2), pp. 97-106.
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/171844/1/EXTRACAO-DE-DNA-EM-MANGABEIRA-Hancornia-speciosa-Gomes.pdf>
- Nascimento, R. S. M.; Cardoso, J. A.; Coccozza, F. D. M. (2014). Caracterização física e físico-química de frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) no oeste da Bahia. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, 18 (8), pp. 856-860.
<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/GMfQjPK4Mp65BX8j3jgTPgj/?lang=pt>
- Oliveira, D. M.; Cruz, D. S.; Freitas, B. A. L.; Gomes, L. J. (2017). Coletânea bibliográfica acadêmica sobre a mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). *Gaia Scientia*, 11 (3), pp. 212-231.
<https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/37849/19345>
- Oliveira, K. S.; Oliveira, M. S.; Pereira, E. C.; Lima, S. C.; Aloufa, M. A. I. (2014). Efeito de diferentes meios de cultura na germinação *in vitro* de sementes de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). *Revista Árvore*, 38 (4), pp. 601-607.
<https://www.scielo.br/j/rarv/a/ns5DzbGSTJ6wFZHFctgvGKR/abstract/?lang=pt>
- Perfeito, D. G. A.; Carvalho, N.; Lopes, M. C. M.; Schmidt, F. L. (2015). Caracterização de frutos de mangabas (*Hancornia speciosa* Gomes) e estudo de processos de extração da polpa. *Revista de Agricultura Neotropical*, 2 (3), pp. 1-7.
<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/269/647>
- Pinheiro, E. A.; Coimbra, R. R.; Silva, K. L. F.; Ferreira, W. M. (2018). Characterization and phenotypic variability in natural populations of mangabeira in the state of Tocantins, Brazil. *Revista Caatinga*, 31 (3), pp. 560-571.
<https://www.scielo.br/j/rcaat/a/5NbvBmg6RtymbCBRPRRm5ZN/?lang=en>
- Reatto, A.; Carvahó, A. M.; Sanzonowicz, C.; Sousa, D. M. G.; Lobato, E.; Galvão, E. Z.; Mendes, I. C.; Correia, J. R.; Silva, J. E.; Andrade, L. R. M.; Vilela, L.; Macedo, M. C. M.; Hungria, M.; Lobo-Burie, M.; Vargas, M. A. T.; Oliveira, S. A.; Spera, S. T.; Rein, T. A.; Soares, W. V. (2004). *Cerrado: Correção do solo e adubação*. Embrapa informação tecnológica.
- Rodrigues, A. A.; Filho, S. C. V.; Rodrigues, C. L.; Rodrigues, D. A. (2017). Aluminum influence on *Hancornia speciosa* seedling emergence, nutrient accumulation, growth and root anatomy. *Flora*, 236 (237), pp. 9-14.
https://www.researchgate.net/publication/319995329_Aluminum_influence_on_Hancornia_speciosa_seedling_emergence_nutrient_accumulation_growth_and_root_anatomy

- Santos, D. P. (2013). *Variabilidade fenotípica em uma população de Hancornia speciosa Gomes com base em variáveis morfológicas quantitativas e qualitativas*. [Monografia Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins] - Fundação Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, Tocantins, Brasil.
- Santos, J. T. S.; Costa, F. S. C.; Soares, D. S. C.; Campos, A. F. P.; Carnelossi, M. A. G.; Nunes, T. P.; Júnior, A. M. O. (2012). Avaliação de mangaba liofilizada através de parâmetros físico-químicos. *Scientia Plena*, 8 (3), pp. 1-5.
<https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/909/468>
- Santos, P. S.; Freitas, L. S.; Santana, J. G. S.; Muniz, E. N. (2017). Genetic diversity and the quality of Mangabeira tree fruits (*Hancornia speciosa* Gomes – Apocynaceae), a native species from Brazil. *Revista Scientia Horticulturae*, 226, pp. 372-378.
https://www.researchgate.net/publication/320550508_Genetic_diversity_and_the_quality_of_Mangabeira_tree_fruits_Hancornia_speciosa_Gomes_-_Apocynaceae_a_native_species_from_Brazil
- Silva, S. A.; Cruz, E. M. O.; Reis, R. V.; Ferreira, C. F.; Passos, A. R. (2013). Caracterização morfológica e molecular de genótipos de mangaba. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35 (4), pp. 1093-1100.
<https://www.scielo.br/j/rbf/a/J4L3xfBwHCpjDzrMcb7LfJy/abstract/?lang=pt>
- Silva, S. M. C.; Pires, L. L.; Ribeiro, K. O.; Cruz, G. H. T.; Dourado, F. O. (2017). Caracteres morfológicos de variedades botânicas de *Hancornia speciosa* Gomes. *Revista Mirante*, 10 (5), pp. 128-145.
<https://www.revista.ueg.br/index.php/mirante/article/view/7131>
- Soares, F. P.; Paiva, R.; Nogueira, R. C.; Oliveira, L. M.; Silva, D. R. G.; Paiva, P. D. O. (2004). Cultura da Mangabeira (*Hancornia speciosa* GOMES). *Boletim Agropecuário*, (67), pp. 1-12.
<http://docplayer.com.br/106975282-Cultura-da-mangabeira-hancornia-speciosa-gomes.html>
- Sousa, C. S.; Silva, S. A.; Almeida, W. A. B.; Dantas, A. C. V. L.; Moreira, R. F. C.; Costa, M. A. P. C.; Capinan, G. C. S. (2007). Descrição botânica e correlações entre caracteres relacionados a folhas e frutos de mangabeiras nativas da Bahia. *Magistra*, 19 (4), pp. 393-398.
[https://biblioteca.epagri.sc.gov.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=\(autoria:%22ALMEIDA,%20W.%20A.%20B.%20de.%22\)](https://biblioteca.epagri.sc.gov.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=(autoria:%22ALMEIDA,%20W.%20A.%20B.%20de.%22))
- Souza, L. B; Gomes, W. P. (2012). Mudanças microclimáticas em Porto Nacional (TO) e suas relações com o reservatório da UHE Luis Eduardo Magalhães: um estudo perceptivo com alunos do 3º ano do ensino médio. *Revista Geonorte*, 1 (5), pp. 162-174.
<https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2272/2140>
- Vieira, M. C.; Souza, E. R. B.; Paula, M. S. P.; Naves, R. V.; Silva, G. D. (2017). Mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes): uma frutífera promissora do Brasil. *Scientific Electronic Archives*, 10 (2), pp. 45-55.
<https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/354/pdf>
- Yokomizo, G. K. I. (2015). A mangabeira e os principais aspectos do seu melhoramento genético na Embrapa Amapá (1ª ed.). Embrapa Amapá.
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/140164/1/CPAF-AP-2015-DOC-91-mangabeira-rev3.pdf>
- Yokomizo, G. K. I.; Maia, M. C. C.; Trindade, C. F. (2017). Morphological dissimilarity among mangabeira tree populations from Amapá e Paraíba, Brazil. *Revista Caatinga*, 30 (2), pp. 521-529.
<https://www.scielo.br/j/rcaat/a/gLTHdDTZXwtXHMpCZLTnq7j/?lang=en>