

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM AGROECOLOGIA

SUZANE SÁ MATOS RIBEIRO

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE BACURIZEIRO (*Platonia insignis* Mart.)
NA REGIÃO DE TRANSIÇÃO MARANHENSE

São Luís - MA

2023

SUZANE SÁ MATOS RIBEIRO

Engenheira Agrônoma

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE BACURIZEIRO (*Platonia insignis* Mart.)
NA REGIÃO DE TRANSIÇÃO MARANHENSE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, para a obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Thais Roseli Corrêa

São Luís – MA

2023

Ribeiro, Suzane Sá Matos.

Caracterização morfológica de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) na região de transição maranhense / Suzane Sá Matos Ribeiro. – São Luís, 2023.

48 f

Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão, 2023.

Orientadora: Profa. Dra. Thais Roseli Corrêa.

1.Segmentos partenocárpicos. 2.Descriptores morfológicos. 3.Genótipos. I.Título.

CDU: 634.471(812.1)

SUZANE SÁ MATOS RIBEIRO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da
Universidade Estadual do Maranhão, para a
obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

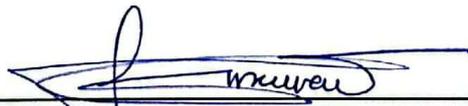
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Thais Roseli Corrêa

Aprovado em: ___/___/___

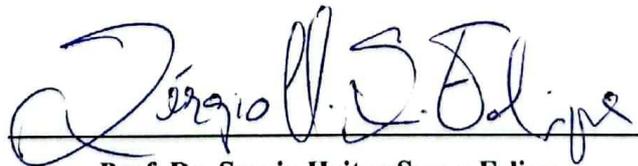
Comissão Julgadora:



Dra. Thais Roseli Corrêa (orientadora)
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA



Prof. Dra. José Ribamar Gusmão Araújo
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA



Prof. Dr. Sergio Heitor Sousa Felipe
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

São Luís – MA

2023

Dedico!

A Deus.

Aos meus pais Julia Maria Sá Matos Ribeiro e José Ribamar Meneses Ribeiro, por todo o carinho e ensinamentos em toda a minha vida.

As minhas irmãs Thais Sá Matos Ribeiro e Maria Priscila Sá Matos Ribeiro por serem minha inspiração e me darem forças em toda trajetória.

Tu és o meu Deus; graças te darei! Ó meu Deus, eu te exaltarei! Deem graças ao Senhor, porque ele é bom; o seu amor dura para sempre.

Salmos 91

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, ao senhor Jesus Cristo, por sua imensa misericórdia, pelo dom da vida, por todas as bênçãos concedidas e por nunca ter me deixado desistir dos meus objetivos.

Agradeço à minha família, em especial à minha mãe, Julia Maria Sá Matos Ribeiro, que me ajudou no primeiro e mais difícil passo da minha carreira acadêmica. As professoras Ilka Ribeiro de Souza Serra, Raimunda Lemos Araújo e Antônia Alice Rodrigues pelo incentivo. Aos meus amigos da fazenda Escola da UEMA à professora, orientadora, Thais Roseli Corrêa, pelo suporte e aprendizado, acreditou no meu potencial para genética mesmo meu *curriculum* falando ao contrário.

Serei eternamente grata aos meus amigos de laboratório que me ajudaram durante a pesquisa (Equipe LCT: principalmente (meu filho) Lúcio Rafael Rocha de Moraes); Equipe LAPOC: Luiz Carlos Reis João Marcos, Abreu da Silva Luís Willian, da Silva Martins; Equipe da genética: Thailson de Jesus Silva (o pai), Gabriel Garcês Santos, Emily Gabriele Cunha Mendes.

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), que me acolheu a todos os pesquisadores que auxiliaram durante o trabalho, em especial meus amigos da fitopatologia. A todos os pesquisadores que colaboraram com o trabalho laboratorial e de análises de dados, Prof. Dr Sérgio Heitor Sousa Felipe, Prof. Dr. Ribamar Silva Barros, Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araújo, que me deram suporte durante o desenvolvimento da dissertação. Agradeço especialmente aos meus colegas de sala; Marcos da Costa Teixeira, Florine Alves de Sousa Pinheiro, Layla Gabrielle Silva Oliveira pela amizade e pelos bons momentos.

À FAPEMA pelo financiamento com o qual foi possível realizar o projeto e à CAPES pela bolsa de mestrado que garantiu a minha permanência na cidade de São Luís durante o mestrado.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	12
INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
1 INTRODUÇÃO GERAL	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1. Botânica, taxonomia e distribuição geográfica do bacurizeiro	15
2.2. Importância social e econômica.....	17
2.3. Caracterização morfológica e física dos frutos	19
2.4 Parâmetros genéticos	20
2.4.1 Herdabilidade e acurácia	21
2.4.2 Correlação Genética	21
2.4.3 Índice de seleção	22
REFERÊNCIAS	23
CAPÍTULO II.....	28
GENETIC PARAMETERS AND SELECTION OF <i>Platonia insignis</i> Mart. GENOTYPES IN THE CERRADO-AMAZON TRANSITION, NORTHEASTERN BRAZIL	28
INTRODUÇÃO.....	29
MATERIAL E METODOS.....	32
Área de estudo.....	32
Colheita de material vegetal e de frutos	32
Determinação dos caracteres morfológicos e físicos	32
Determinação dos traços morfológicos e físicos	32
Determinação dos parâmetros genéticos.....	33
Índice de seleção.....	33
Análise estatística	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
Parâmetros genéticos de insígnias de <i>Platonia</i> baseados em traços de fruta.....	34
Correlações genotípicas para traços de frutos de <i>Platonia insignis</i>	36
Índice de seleção com base na média do ranking.....	37
ACKNOWLEDGMENTS	37
REFERENCES	37
ANEXO A - TABELAS	41
ANEXO B - FIGURAS	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 0-1. Mapa de distribuição geográfica de 14 genótipos de *Platonia insignis* provenientes de populações naturais da região de transição Cerrado-Amazônia no nordeste do Brasil.47

Figura 2. Diversidade de frutos de 14 genótipos de *Platonia insignis* provenientes de populações naturais da região de transição Cerrado-Amazônia no nordeste do Brasil. A. Fruto do genótipo 1 (G1; Alcântara). B. Fruto do genótipo 2 (G2; Bequimão). C. Fruto do genótipo 3 (G3; Bequimão). D. Fruto do genótipo 4 (G4; Bequimão). E. Fruto do genótipo 5 (G5; Codó). E. Fruto do genótipo 5 (G5; Codó). F. Fruto do genótipo 6 (G6; Codó). G. Fruto do genótipo 7 (G7; Nova Olinda). H. Fruto do genótipo 8 (G8; Paço do Lumiar). I. Fruto do genótipo 9 (G9; Pinheiro). J. Fruto do genótipo 10 (G10; Pinheiro). K. Fruto do genótipo 11 (G11; Pinheiro). L. Fruto do genótipo 12 (G12; São Luís). M. Fruto do genótipo 13 (G13; São Luís). N. Fruto do genótipo 14 (G14; Santa Rita). Barra: 2 cm.48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coordenadas geográficas de 14 genótipos de <i>Platonia insignis</i> de populações naturais da região de transição Cerrado-Amazônia, Estado do Maranhão, Brasil.....	41
Tabela 2. Classificação das magnitudes da hereditariedade e da precisão selectiva utilizadas para estimar os parâmetros genéticos de <i>Platonia insignis</i>	42
Tabela 3. Estimativas de parâmetros genéticos com base na análise de 14 genótipos de <i>Platonia insignis</i> provenientes de populações naturais da região de transição Cerrado-Amazônia no nordeste do Brasil.	44
Tabela 4. Estimativas de coeficientes de correlação genotípica entre 14 características de frutos de <i>Platonia insignis</i> provenientes de populações naturais da região de transição Cerrado-Amazônia do Nordeste do Brasil.	45
Tabela 5. Classificação baseada na soma de postos para 14 genótipos de <i>Platonia insignis</i> de populações naturais da região de transição Cerrado-Amazônia no nordeste do Brasil.	46

RESUMO

Os biomas Amazônia e Cerrado do Brasil apresentam grande diversidade de frutíferas nativas, a maioria com boas perspectivas de exploração econômica, com destaque para o bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.). A exploração dessa frutífera ainda é feita de maneira extrativista, e existem poucas informações científicas sobre a sua diversidade genética, portanto, é indispensável à realização de estudos que contribuam para direcionar estratégias que favoreçam a sua conservação, avanços no processo de domesticação, e no melhoramento genético. Esse trabalho teve como objetivos: (1) estudar a divergência genética entre 14 genótipos oriundos dos região de transição Amazônia-Cerrado maranhense; (2) estudar a distribuição da variabilidade genética em dez populações de bacurizeiro, por meio de marcadores ISSR. Para as análises relacionadas aos fenótipos das plantas, foram avaliados 12 caracteres relacionados a morfologia dos frutos; Formato, espessura da casca, massa do fruto, massas da semente, Nº seguimentos partenocárpicos, massa da polpa, número de sementes por fruto, diâmetro longitudinal, diâmetro transversal, rendimento de polpa, rendimento de casca, rendimento de semente. Em relação à avaliação da diversidade por meio de descritores morfológicos, observou-se diversidade genética entre os genótipos estudados, indicando que é possível obter ganhos genéticos importantes por meio da seleção. As características dos genótipos que mais contribuíram para a diversidade entre os genótipos analisados foram: massa da casca, massa da polpa, diâmetros longitudinais e transversais sugerindo sucesso na seleção de genótipos, as melhores matérias foram os genótipos provenientes de Nova Olinda, (Codó; Bom Jesus 2), Santa Rita, (Bequimão; Victória 2) e (São Luís; Santa Bárbara).

Palavras-chave: seguimentos partenocárpicos, descritores morfológicos, genótipo.

ABSTRACT

The Amazon and Cerrado biomes in Brazil have a great diversity of native fruit trees, most with good prospects for economic exploitation, especially the bacuri tree (*Platonia insignis* Mart.). The exploitation of this fruit is still made in an extractive way, and there is little scientific information about its genetic diversity, therefore, it is essential to conduct studies that contribute to direct strategies that favor its conservation, advances in the domestication process, and in genetic improvement. The objectives of this work were: (1) to study the genetic divergence among 14 genotypes from the transition region between Amazonia and Cerrado in Maranhão; (2) to study the distribution of genetic variability in ten bacurizo populations, using ISSR markers. For the analyses related to plant phenotypes, 12 characters related to fruit morphology were evaluated; shape, peel thickness, fruit mass, seed mass, number of parthenocarpic segments, pulp mass, number of seeds per fruit, longitudinal diameter, transverse diameter, pulp yield, peel yield, seed yield. Regarding the evaluation of diversity through morphological descriptors, genetic diversity was observed among the genotypes studied, indicating that it is possible to obtain important genetic gains through selection. The characteristics of the genotypes that contributed most to the diversity among the genotypes analyzed were: peel mass, pulp mass, longitudinal and transversal diameters suggesting success in the selection of genotypes, the best materials were the genotypes from Nova Olinda, (Codó; Bom Jesus 2), Santa Rita, (Bequimão; Victória 2) and (São Luís; Santa Bárbara).

Keywords: parthenocarpic markers, morphological descriptors, genotypes.

CAPÍTULO I
INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um dos principais centros do mundo de diversidade genética de espécies frutíferas nativas do trópico úmido, entretanto, as potencialidades dessas frutíferas ainda são pouco exploradas, o que indica a necessidade da seleção de materiais genéticos mais produtivos e adaptados às diferentes condições edafoclimáticas, sejam regionais ou locais, capazes de atender às exigências dos mercados consumidores em forte crescimento global (NASCIMENTO, 2021; CARVALHO; VASCONCELOS, 2021).

Atualmente, o desenvolvimento de pesquisas que possam acessar informações sobre a diversidade genética e fenotípica de plantas nativas, especialmente em indivíduos localizados em populações naturais, é primordial para a seleção de genótipos superiores com ampla base genética, e que possam ser explorados no melhoramento genético em consonância com estratégias de conservação (PENA et al., 2020).

Dentre os estudos que podem ser desenvolvidos, têm-se a caracterização morfológica e molecular de genótipos, na qual possibilita o direcionamento adequado e preciso para a descoberta, e/ou seleção de materiais promissores agronomicamente (SOUZA, 2015; CARVALHO; VASCONCELOS, 2021).

Neste contexto, o bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.; família Clusiaceae), têm se destacado nos mercados regional e nacional de frutas, devido às características do fruto, especialmente pelo sabor e aroma. Além disso, o fruto de bacuri é consumido tanto *in natura*, quanto industrializado na forma de sucos, sorvetes, cremes, doces, compotas (CARVALHO; VASCONCELOS, 2021). O fruto ainda tem grande importância para alimentação e para a renda de populações tradicionais como povos indígenas, extrativistas, ribeirinhos, quilombolas, entre outros (SHANLEY; MEDINA, 2005; RODRIGUES, 2021).

De fato, mesmo com elevado potencial e múltiplos usos, até o momento o bacurizeiro é considerado uma espécie semidomesticada, ou em processo de domesticação. Baseado nesta premissa, muito precisa ser realizado na área de caracterização e avaliação de germoplasma e, consequentemente, domesticação da espécie. Logo, são necessárias pesquisas consistentes relacionadas à sua coleta, conservação, avaliação e caracterização de genótipos, buscando-se a médio e longo prazos estratégias para o cultivo de genótipos superiores.

Para alcançar avanços em programas de conservação e pré-melhoramento de espécies nativas, é crescente o interesse dos melhoristas em selecionar os melhores indivíduos para assim planejar, orientar e executar programas de melhoramento, e para isso, se faz necessário o uso dos parâmetros genéticos. Os parâmetros genéticos constituem a ferramenta usada na obtenção de predições das respostas direta e relacionadas a seleção, elaboração de índice para seleção,

além de utilizados dados desbalanceados sujeitos a influências ambientais e de manejo (CRUZ *et al.*, 2020; MIRANDA *et al.*, 2021).

Os parâmetros genéticos, são úteis para quantificar a variabilidade genética entre e dentro de populações e verificar o grau de similaridade a fim de melhor definir estratégias e eficiências em programas de melhoramento. O sucesso de programas de melhoramento de espécies perenes como bacurizeiro depende do conhecimento do germoplasma disponível e, desta maneira, os marcadores moleculares são ferramentas eficientes para a geração de informações em diferentes etapas, desde a coleta, caracterização e uso de recursos genéticos. (CARVALHO; VASCONCELOS, 2021; PENA, 2020).

A caracterização por meio dos parâmetros genéticos tem sido utilizada para complementar dados fenotípicos, pois possibilita um estudo direto do genótipo, assim torna possível a identificação de genitores favoráveis que podem ser utilizados para auxiliar o melhorista. Deste modo o presente estudo foi investigar a diversidade genética entre genótipos de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) provenientes de populações naturais no Estado do Maranhão, baseado traços morfológicos de frutos na transição Amazônia-Cerrado maranhense.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Botânica, taxonomia e distribuição geográfica do bacurizeiro

O bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.), planta nativa da Amozônia, pertence à família Clusiaceae, subfamília Clusioideae e representa a única espécie inserida no gênero monotípico *Platonia* (CRONQUIST, 1981). Trata-se de uma árvore encontrada tanto em florestas primárias densas, com potencial para atingir até 40 metros de altura, quanto em florestas secundárias e de transição (Figura 1A) (HOMMA et al., 2010; MUNIZ, 2022). Além disso, possui tronco espesso, e quando lesionado apresenta resina de coloração amarelada (HOMMA et al., 2018).

As folhas são simples, opostas, pecioladas com textura subcoriácea sem estípulas, brilhante, de coloração verde, por baixo pálida, oblonga; pecíolo 1-1,5 cm de comprimento, canaliculado na parte superior, ápice e base agudos ou brevemente acuminados, comprimento e largura do limbo foliar de 10-12 cm e 4-5 cm; além disso, possuem pecíolo curto e achatado (MOURÃO; BELTRATI, 1995; (MUNIZ, 2022).

Já as flores são grandes, hermafroditas, solitárias ou em grupos de 2 até 12 e dispostas em pedúnculos que apresentam comprimento entre 2-3 cm, terminais, pendentes, espetaculares; pedicelo cerca de 1 cm de comprimento, base provida de brácteas 3-4 mm de comprimento e largura. O cálice é constituído de 5 sépalas suborbiculadas de cor verde, cerca de 8 mm de largura, duas externas menores. Pétala largamente ovada, 3-4 cm de comprimento, por fora rósea, por dentro branca, o estigma formado por 5 lobos, situado em nível superior, no mesmo nível ou um pouco abaixo ao dos estames, dependendo do genótipo. (MATOS et al., 2009; MAUÉS et al., 1996; MUNIZ, 2022).

O bacurizeiro é uma planta essencialmente alógama além disso é uma espécie geneticamente auto-incompatível (MAUÉS et al., 1996) A polinização do bacurizeiro é ornitófila, realizada especialmente por psitacídeos (papagaios e curicas), que também podem danificar algumas das flores visitadas (MUNIZ, 2022). Já os frutos de bacuri são considerados uma baga subglobosa ou oval, uniloculada, cerca 7 cm em diâmetro, exocarpo membranáceo citrino ou amarelo por fim pardo, mesocarpo mucilaginosos branco e afinal amarelado, sabor agradável ácido-doce, enquanto as sementes são obovada-oblongas, 3,5 cm de comprimento, 2 cm de largura, testa parda tenuamente coriácea, longitudinalmente estriada (MUNIZ, 2022).

A coleta dos frutos é realizada principalmente após a queda natural, de forma extrativista (SHANLEY; MEDINA, 2005). De maneira geral, os frutos de bacuri atingem o ponto de colheita em torno de 120 a 150 dias após fecundação (CALZAVARA, 1970).

O bacurizeiro é originário do bioma Amazônico, com centro de distribuição e diversidade no Estado do Pará (CLEMENT, 1999). Sua dispersão natural segue em direção ao

Norte de Roraima, apresentando-se em vegetação secundária, diferentemente dos estados Acre, Amapá e Amazonas onde ocorre em vegetação primária na direção Nordeste. Já o estado do Maranhão e, mais precisamente, ao norte do Piauí, ambos apresentam populações do bacurizeiro em Mata de transição entre Floresta Amazônica e a Caatinga do semiárido nordestino (MATOS et al., 2009; CARVALHO; NASCIMENTO, 2017).

As árvores de *P. insignis*, são amplamente dispostas pelos cerrados e chapadões, que são áreas bastante usadas pela agricultura, sujeitas a incêndio e desmatamento (SANTOS et al., 2017). Em virtude da alta resistência ao estresse hídrico e notável capacidade de regeneração, o bacurizeiro obteve sucesso na ocupação dessas áreas (NASCIMENTO et al., 2007; ARAÚJO et al., 2018). Além das fronteiras brasileiras, a distribuição do bacurizeiro em menor densidade encontra-se na Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Colômbia, Venezuela e raramente na Amazônia Peruana e Paraguai (NASCIMENTO et al., 2007; HOMMA et al., 2018).

As condições meteorológicas distintas das regiões onde se concentram os bacurizeiros influenciam na frutificação dessas árvores; por exemplo, no norte do Maranhão, a queda das folhas ocorre no período de maio a junho, a floração e foliação de julho a agosto; e a frutificação e desenvolvimento dos frutos de setembro a fevereiro, com a maturação e dispersão dos mesmos por barocoria, concentrada no período de dezembro a março (ARAUJO et al., 2018).

Outro fator sobre o bacuri é a propagação tanto sexuada, quanto de forma assexuada por regeneração da raiz em populações naturais. Assim, pode-se realizar o resgate dessas plântulas no campo para propagação (HOMMA et al., 2018; CARVALHO et al., 2003). No entanto, o bacuri ainda não está no seletivo grupo de frutíferas domesticadas, principalmente devido a sua propagação incipiente, e o tempo elevado para alcançar a fase reprodutiva (MARINHO et al., 2022).

O bacurizeiro apresenta longo período juvenil, alcançando de 10-12 anos para entrar na fase reprodutiva. Assim, a propagação sexuada somente é recomendada para uso como porta-enxertos durante a produção de mudas enxertadas (CARVALHO; MULLER, 2007). As sementes apresentam características bem peculiares em termos de germinação, com emissão rápida da raiz primária e extremamente demorada do epicótilo, o que pode levar a um tempo requerido de 1 a 3 anos para a produção de mudas (CARVALHO et al., 1998). As sementes são grandes de formato oblongo-anguloso ou elipsóide, caracterizadas como oleaginosas, côncavas na parte correspondente à linha da rafe e convexa no lado oposto; normalmente, em número de 1 a 4 por fruto, medindo em média de 5 a 6 cm de comprimento, com 3 e 4 cm de largura (CAVALCANTE, 1996; CLEMENT; VENTURIERI, 1990).

Os frutos são do tipo baga, com formatos diferenciados variando de redondo a oblongo, sua casca (epicarpo) é rígida destaca-se pela coloração externa em verde, verde-amarronzado e amarelo-alaranjado avermelhado. A polpa possui sabor e aroma muito apreciados nas regiões de ocorrência; a polpa possui uma cor bem característica com variações de branca a branco amarelado de aspecto mucilaginoso, totalmente aderido à semente (HOMMA et al., 2020; RODRIGUES et al.,2021).

A maioria dos frutos possui duas a três formações partenocárpicas de polpa mais espessa, com uma estrutura de reprodução central. Essas formações são óvulos abortados (não fecundados), onde apenas a polpa se desenvolveu (CLEMENT; VENTURIERI, 1990; CARVALHO; MÜLLER, 1996).

2.2. Importância social e econômica

O bacuri é o fruto, utilizado tradicionalmente na alimentação humana, possui relevância social e econômica para as regiões Norte e Nordeste do Brasil, fazendo parte do seletivo grupo das frutíferas nativas extrativistas, ou manejadas em processo de domesticação (RODRIGUES et al.,2021; SOUZA et al.,2013; FERREIRA, 2008). As coletas dos frutos de bacuri tem grande importância para as populações rurais, uma vez que são utilizados na alimentação e propiciam o suprimento de nutrientes. Além disso, também é uma atividade rentável, pois a comercialização deste produto é garantida devido haver pouca oferta e grande demanda regional e nacional (SANLEY; MEDINA, 2005). Ressalta-se que a industrialização sob a forma de polpas, doces, gelados, sucos, cremes, entre outros, fornece sustento, emprego para muitas famílias (RUFINO et al., 2009).

O bacurizeiro é caracterizado como de múltiplo uso, uma vez que diferentes partes das plantas apresentam distintas finalidades, como os frutos que são comestíveis, tradicionalmente consumidos *in natura* na culinária local, e também com grande potencial agroindustrial (CARVALHO et al.,2003; HOMMA et al., 2020). A polpa que envolve a semente do bacuri é usada em receitas muito saborosas, de tradição regional e já apreciada como componente exótico dos pratos de “chef de cozinha” na culinária moderna, principalmente no Estado do Pará (ROGEZ et al.,2004). Segundo o Censo Agropecuário de 2017 do IBGE, 86% da produção brasileira de bacuri se concentra na região Norte e 13,5% no Nordeste. O Pará e o Maranhão são os maiores produtores do fruto.

O bacurizeiro, no passado, foi mais importante como espécie madeireira. O tronco do bacurizeiro, mesmo antes da chegada dos europeus ao Brasil, já era utilizado pelos indígenas amazônicos para a construção de embarcações. A extração clandestina da madeira, assim como a expansão da fronteira agrícola foram responsáveis por considerável erosão genética

(CARVALHO; VASCONCELOS; 2021). Em relação à casca do bacuri, a mesma serve para calafetagem de embarcações e a resina que exsuda tem uso veterinário, além de ser aproveitada na culinária regional (HOMMA, et al., 2020).

O farelo resultante do beneficiamento das sementes é aproveitado como adubo e para a alimentação animal (MOURÃO, 1992; ARAÚJO et al., 2018). Além disso, as sementes são fontes de óleo que pode ser usado na fabricação de produtos cosméticos frequentemente, utilizado como anti-inflamatório e cicatrizante na medicina popular (SHANLEY et al., 2016; HOMMA, et al., 2020).

A cadeia produtiva do bacuri é incipiente, baseada na coleta de frutos (janeiro a março) e com a comercialização dos frutos e polpas de forma desorganizada. Neste contexto, o comércio do bacuri envolve atravessadores, que são os principais agentes dessa cadeia também, envolve produtores de mudas que compram sementes em CEASAs, feiras livres dos Estados do Pará, Maranhão e Piauí, pois, são os principais pontos de venda (RODRIGUES *et al.*, 2021). Na região amazônica, durante a safra do bacuri, essa passa a ser uma das principais fontes de renda da população local, especificamente, nas mesorregiões paraenses, como a Ilha do Marajó (MATOS, 2008; MENEZES et al., 2016; VEIGA et al., 2017).

Em trabalhos realizados com o objetivo de caracterizar a produção e a comercialização de bacuri, praticada por pequenos produtores nas mesorregiões Nordeste Paraense e Marajó, no estado do Pará, verificou-se que está ocorrendo uma mudança na comercialização do fruto *in natura* para a produção de polpa, visto que a polpa beneficiada garante preço mais elevado. Em paralelo, é possível realizar o armazenamento da polpa, garantindo as famílias poder de venda nas entressafras. Ressalta-se que a comercialização de frutos, polpas e sementes é realizada geralmente pela própria família em seus estabelecimentos e por meio de intermediários (RODRIGUES et al., 2021).

O bacuri é um fruto muito visado pela indústria nutracêutica e farmacêuticas visto que é rico em vários nutrientes como Ca, K, P, Mg, Fe, Zn e Cu, além de proteínas (HOMMA, 2010). Outras pesquisas revelam que com os extratos metanólicos da polpa de bacuri mostram que o mesmo apresenta substâncias como flavonoides, antocianinas, vitamina E e C e polifenóis (RUFINO et al., 2010). Trabalhos realizados por Canuto et al (2010); Uchôa et al. (2020) por meio de características físico-químicas mostram alto teores de vitamina C, além de antioxidantes (HOMMA et al., 2010).

Ainda sobre os frutos, destaca-se que é uma excelente fonte fibras e minerais visto que, a adição de 3% de mesocarpo do fruto na forma de pó na fabricação de barras de cereais mostrou-se viável, além de apresentar elevado valor nutricional e boa aceitação pelos

provedores, o que contribui para o aumento na ingestão de vegetais na dieta, e consiste em alternativa de agregação de valor ao fruto devido esta porção ser comumente descartada e subutilizada pela indústria de alimentos (CUNHA, 2015).

O extrato das sementes do bacuri podem ser usadas pela indústria farmacêutica, que desenvolve estudos relacionados às sementes de bacuri devido a sua provável utilização para tratar doenças inflamatórias, diarreia e problemas de pele em práticas médicas tradicionais. Isso revela perspectivas para a avaliação e desenvolvimento de novos medicamentos fitoterápicos mais eficazes, sendo, portanto, importante avaliar a potencial biológico e toxicológico desta espécie (LUSTOSA et al., 2016). Outro aspecto importante é que este extrato vindo das sementes possui ácidos graxos insaturados, diterpenos, dentre outros compostos que possuem atividade leishmanicida, antioxidante *in vitro*, antimicrobiana, anticonvulsivante e antiinflamatória das sementes, da quais também é extraída a gordura (YAMAGUCHI et al., 2014).

Recentemente, pesquisadores avaliaram a manteiga de semente de bacuri sobre a glicemia e observaram redução da porcentagem de hemoglobina glicosilada (100 mg/kg BSB). Além disso, esse produto promoveu o aumento da defesa antioxidante hepática, demonstrada por aumento dos níveis de SH-NP, bem como um potencial efeito hepatoprotetor neste metabolismo (LINDOSO et al., 2022).

2.3. Caracterização morfológica e física dos frutos

O bacurizeiro apresenta grande diversidade genética, manifestada, principalmente, por diversas características fenotípicas do fruto, como formato (ovalado, arredondado, achatado, periforme), tamanho, massa fresca do fruto e de polpa, espessura e coloração da casca (epicarpo verde, amarelo-citrino a marrom-avermelhado), número de sementes por fruto, formações partenocárpicas, ausência de sementes, sabor e aroma (MORAES et al., 1994; MOURÃO; BELTRATI, 1995).

A descrição morfológica de plantas nativas como o bacurizeiro é uma das principais etapas dos trabalhos com germoplasma, pois acessos que apresentem características de interesse agrônomo, também são muito apreciadas pelo melhoramento, e contribuem para a conservação genética (SILVA et al., 2009). Essa descrição morfológica consiste na anotação de descritores botânicos, na qual são fornecidos diversos dados sobre a diversidade genética (GUIMARÃES et al., 2007).

Descritores morfológicos podem também auxiliar na identificação de materiais genéticos com características biofísicas e químicas desejáveis (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001). Ressalta-se que pesquisas que buscam preservar materiais promissores, adaptados para

suas regiões de cultivo, se tornam uma das estratégias valiosas para a exploração racional (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001; SILVA et al., 2009), são os caracteres físicos dos frutos relacionados à aparência externa, tamanho, forma, cor e espessura da casca, pois, constituem atributos de qualidade do fruto e, conseqüentemente, influenciam na valorização dos subprodutos vindos dos frutos e na comercialização (LIRA JÚNIOR et al., 2005).

Além disso, em pesquisa de Santos et al. (2019) sobre a caracterização biométrica de frutos de bacurizeiros foi possível determinar uma diferença para todas as características avaliadas. Similarmente, Silva et al. (2009) ao avaliar frutos provenientes do Maranhão, reportaram a existência de elevada variabilidade entre as plantas. Souza et al (2001), ao analisar as características físicas de frutos de bacuris coletados de plantas matrizes de ocorrência na região Meio-Norte, indicaram ampla variabilidade das características analisadas. Assim, a análise física também serve de parâmetro para a conservação e seleção de parâmetros genéticos de espécies vegetais (SILVA et al., 2009).

2.4 Parâmetros genéticos

Os parâmetros genéticos são estimativas e permitem conhecer a estrutura genética de populações para fins de seleção; além disso, auxilia na escolha dos mais adequados métodos e caracteres a serem usados nas etapas iniciais e avançada de programas de melhoramento, permitindo também, inferir sobre a variabilidade genética para os caracteres de interesse (CRUZ, et al., 2020).

As estimativas de parâmetros genéticos se baseiam em estudos de média e variâncias e são utilizados para análise da potencialidade de populações e ajuda estabelecer estratégias eficazes de seleção (CRUZ; CARNEIRO, 2003). No geral, essas estimativas são particularmente interessantes em plantas perenes, por permitirem a predição de valores genotípicos, e a estimação de componentes de variância (RESENDE, 2002).

A variância genética aditiva é o parâmetro responsável pela causa principal da semelhança entre os parentes, é aquela cujos efeitos de seleção são mais previsíveis. Os demais parâmetros, tais como, coeficiente de herdabilidade e correlações genéticas são importantes para uma significativa seleção a ser realizada numa população, também são auxiliados por componentes, um desses é o coeficiente de variação genética que auxilia no estudo da estrutura genética de uma população, por expressar a quantidade de variação entre progênies (FALCONER, 1987).

2.4.1 Herdabilidade e acurácia

O coeficiente de herdabilidade é um parâmetro genético usado para analisar estratégias de seleção especialmente de caracteres quantitativos, uma vez que são altamente influenciáveis pelo ambiente (BORÉM et al., 2021). A herdabilidade possibilita conhecer o que se pode atribuir às causas genéticas e ambientais (RAMALHO et al., 2017).

Este parâmetro mede o grau de transmissibilidade de uma característica e expressa a confiança que se pode ter no valor fenotípico como um guia do valor genético um valor elevado do coeficiente de herdabilidade para um determinado caráter, significa que o caráter tem alto controle genético, e que a população tem variabilidade genética suficiente para permanecer à seleção natural imposta pelo ambiente (RAMALHO et al., 2017; HAMRICK, 2004).

Assim como, a herdabilidade existe a acurácia, outro índice que permite adquirir resultados mais precisos e rápidos, além disso, é definido como o maior índice para aferir a qualidade da avaliação genotípica (MANFIO, et al, 2012). Por ser uma medida associada à precisão na seleção, a acurácia é o principal elemento do progresso genético que pode ser alterado pelo homem, visando maximizar o ganho genético (RESENDE, 2002). A acurácia é um índice bastante reportado para várias culturas como macaúba (Manfio et al., 2012), maracujazeiro (Krause, et al (2021), para o bacuri (Marinho et al., 2022), com pouquíssimos trabalhos.

2.4.2 Correlação Genética

A correlação, que pode ser diretamente determinada a partir de medidas de dois caracteres em certo número de indivíduos da população, tem causas genéticas e ambientais, porém, só as genéticas envolvem uma associação de natureza herdável, podendo, por conseguinte, ser utilizada na orientação de programas de melhoramento. Assim, em estudos genéticos é indispensável distinguir e quantificar o grau de associação genética e ambiental entre os caracteres (CRUZ; REGAZZI, 2001).

O conhecimento da associação entre caracteres é de grande importância nos trabalhos de melhoramento, principalmente se a seleção em um deles apresenta dificuldades, em razão da baixa herdabilidade e, ou, tenha problema de medição e identificação (CRUZ; REGAZZI, 2001). A obtenção de estimativas confiáveis de parâmetros genéticos, incluindo dados relacionados à variabilidade das populações sob melhoramento, é essencial para se elucidar a estrutura genética das populações e para se inferir sobre sua variabilidade genética e seu potencial de melhoramento (DOMICIANO et al., 2015).

Em pesquisa de Souza et al (2001) foi realizada avaliação das características físicas de frutos de bacuris coletados de plantas matrizes de ocorrência na região Meio-Norte. Foi

evidenciado o efeito significativo de local de coleta e de matrizes para todas as características estudadas, as características peso médio de fruto e peso médio de polpa; peso médio de fruto e largura de fruto; peso médio de polpa e largura de fruto; comprimento de fruto e espessura de casca; comprimento de fruto e percentagem de casca; espessura de casca e percentagem de casca, e peso médio de fruto e comprimento de fruto apresentaram altos valores de correlações fenotípicas ($rP \geq 0,85$). Estimativas de repetibilidade, variando de 0,50 (percentagem de polpa) a 0,98 (acidez total titulável), indicaram ampla variabilidade das características analisadas em relação ao efeito do ambiente.

2.4.3 Índice de seleção

O índice de seleção, possibilita sucesso no programa de melhoramento e visa seleção de características superiores para espécies florestais como o bacurizeiro, tendo em vista a aplicação de estratégias ideais para isso, é feita uma ordenação considerando o melhor caráter, visando maximizar os ganhos genéticos das características de interesse tais como aumento de rentabilidade em termo de produção e, ao mesmo tempo, preservar e recuperar os recursos naturais (COSTA et al., 2005).

O método de seleção pelo índice de rank médio permite selecionar indivíduos e progênies com características mais balanceadas e compensatórias, isso permite potencializar a seleção e obter ganhos em todos os caracteres simultaneamente. A avaliação pelo índice de rank médio, adaptado de Mulamba e Mock (1978) pode evidenciar ganhos genéticos nas características avaliadas para as progênies (MANFIO et al.,2012).

A metodologia do índice de seleção de Mulamba; Mock (1978) atrelado a diversidade genética de características morfoagronômicas são bastante utilizados pelos melhoristas com a finalidade de obter progênies com características potencias para o melhoramento, além de contribuir para a aceleração do progresso genético para determinados caracteres (CUI et al.,2001). Essa metodologia foi utilizada por outros autores em diversas culturas como macaúba (MANFIO et al.,2012), bacurizeiro (MARINHO et al.,2022), pois a detecção dos melhores genótipos nativos da espécie, propiciam uma maior produtividade e especificidade dos caracteres desejados em termos comerciais (KRAUSE et al,2021).

REFERÊNCIAS

AMABILE, R.F. et al. **Melhoramento de plantas: variabilidade genética, ferramentas e mercado**. Embrapa Cerrados: Planaltina (INFOTECA-E), 2018.

ARAÚJO, E.C. E. et al. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Embrapa Meio-Norte. p. 261 Brasília, 2018.

BORÉM, A; MIRANDA, G.V.; FRITSCHÉ-NETO, R. Melhoramento de plantas. **Oficina de Textos**. 8ª. Edição. São Paulo. p.581, 2021.

CALZAVARA, B.B.G. **Fruteiras: abieiro, abricozeiro, bacurizeiro, cupuaçuzeiro**. Série Culturas da Amazônia: IPEAN. v. 1, n2, p. 84. Belém, 1970

CANUTO, G.A.B. et al. *Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade antirradical livre*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, p. 1.196-1.205, 2010.

CARVALHO, J. E. U. NASCIMENTO, W. M. O. Bacuri: *Platonia insignis*. Embrapa, 2017. Amazônia Oriental-Fôlder/Folheto/Cartilha

CARVALHO, J. E. U.; VASCONCELOS, L.F.L. **Bancos genéticos de bacuri**. In: SILVA JUNIOR, J.F; SOUZA, F.V.D; PÁDUA, J.G (ed). A arca de Noé das frutas nativas brasileiras. Brasília :Embrapa,2021 cap.7.

CARVALHO, J. E. U. et al. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 25, p. 326-328, 2003

CAVALCANTE, P. B. Frutas comestíveis da Amazônia. Edição .6 CNPq/Museu Paraense **Emílio Goeldi**, Belém, 1996. p. 279.

CARVALHO, J.E.U.; MÜLLER, C.H. **Propagação do bacurizeiro**. In: **Bacuri: agrobiodiversidade**. 1.ed.: IICA. São Luís, 2007 p.29-46.

CARVALHO, J.E.U. et al. Cronologia de eventos morfológicos associados à germinação e sensibilidade ao dessecamento em sementes de bacuri (*Platonia insignis* Mart. - Clusiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**. v .20. n.2. p.475-479. Campinas, 1998.

CARVALHO, J. E. U.et al. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 25, p. 326-328, 2003.

CLEMENT, C. R. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, [s/l]. v. 53, n. 2, p. 188-202, 1999.

COSTA, R. B da et al. Avaliação genética de indivíduos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) na região de Caarapó, MS, pelo procedimento REML/BLUP. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 15, p. 371-376, Santa Maria, 2005.

CRUZ, S. L. et al. Parâmetros genéticos e seleção inicial de procedências e progênes de taxi-branco (*Tachigali vulgaris*) em Roraima. **Ciência Florestal**, Roraima v. 30, p. 258-269, 2020.

CRUZ, C.D; REGAZZI. A J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 edição. Viçosa, UFV.p.390,2001.

CRUZ, C.D; CARNEIRO. P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, UFV. v.2.p.585, 2003

CUI, Z. et al. Phenotypic diversity of modern Chinese and North American soybean cultivars. **Crop Science**, v. 41, n. 6, p. 1954-1967. Madison, 2001.

CUNHA, N. et al. Aproveitamento tecnológico do mesocarpo do bacuri na elaboração de barras de cereais. **Enciclopédia biosfera**, v. 11, n. 21, 2015.

DOMICIANO, G.P. et al. Parâmetros genéticos e diversidade em progênes de Macaúba com base em características morfológicas e fisiológicas. **Ciência rural**, Santa Maria v. 45, p. 1599-1605, 2015.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV Imprensa Universitária. 1987. p. 279

FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética** 3^a ed. Brasília: Embrapa/Cenargen, 1998. 220p

FERREIRA, M. do S. G. **Bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart) em florestas secundárias: possibilidades para o desenvolvimento sustentável no Nordeste Paraense**. 2008. p.212. Tese (Doutorado). Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

GUIMARÃES, W. N. R. et al. Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s/l] v. 11, n. 1, p. 37-45, Campina Grande, 2007.

HOMMA, A. K. O. et al. **Bacuri: fruta amazônica em ascensão**. Ciência hoje. v.46, n.271, p.40-5. Rio de Janeiro, 2010.

HOMMA, A. K. O. et al. **Manejando a planta e o homem: o caso dos bacurizeiros nativos no Nordeste Paraense e no Marajó**. Embrapa Amazônia Oriental. 2020.

HOMMA, A K. O. et al. Manejo e plantio de bacurizeiros (*Platonia insignis* Mart.): a experiência no manejo e domesticação de um recurso da biodiversidade amazônica. **Inclusão Social**, [s/l] v. 12, n. 1, 2018.

HAMRICK, J. L. **Response of forest trees to global environmental changes**. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v. 197, p. 323-335, 2004.

IBGE (2017). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resultados do Censo Agropecuário 2017. Acesso em 27 de março de 2020, em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>.

LINDOSO, J. V. S. et al. Effects of “Bacuri” Seed Butter (*Platonia insignis* Mart.), a Brazilian Amazon Fruit, on Oxidative Stress and Diabetes Mellitus-Related Parameters in STZ-Diabetic Rats. **Biology**, [s/l]. v. 11, n. 4, p. 562, 2022.

LIRA JÚNIOR, J. S. et al. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias* spp.). **Food Science and Technology**, [s/l] v. 25, n. 4.p. 757-761. Campinas, 2005.

LUSTOSA, A. K. M. F. et al. Immunomodulatory and toxicological evaluation of the fruit seeds from *Platonia insignis*, a native species from Brazilian Amazon Rainforest. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s/l]. v. 26, p. 77-82, 2016.

KRAUSE, D. P. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e ganhos de seleção em progênes de maracujazeiro via metodologia REML/BLUP. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 5, p. 42-48. Mato Grosso, 2021.

MANFIO, C. E. et al. Avaliação de progênes de macaúba na fase juvenil e estimativas de parâmetros genéticos e diversidade genética. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 69, p. 63-63, 2012.

MARINHO, T. R. S. et al. Genetic variability during in vitro establishment of bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.): an Amazon species. **Australian Journal Crop Science**, São Luís. v. 16. n. 06. p. 819- 825, 2022.

MATOS, G. B. et al. **Levantamento socioeconômico do bacurizeiro (*Platonia Insignis* Mart.) nativos das Mesorregiões do Nordeste Paraense e do Marajó**. Embrapa Amazônia Oriental.p.81 Documentos, 351. Belém, 2009.

MATOS, G. B. **Valorização de Produtos Florestais Não Madeireiros: O Manejo De Bacurizeiros (*Platonia insignis* Mart.) nativos das Mesorregiões do Nordeste Paraense e do Marajó**. 2008.112f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas familiares e desenvolvimento sustentável). Programa de Pós-graduação em Agriculturas Amazônicas, Núcleo de Ciências.

MAUÉS, M. M. et al. Identificação e técnicas de criação de polinizadores de espécies vegetais de importância econômica no estado do Pará. In: Geração de tecnologia agroindustrial para o desenvolvimento do Trópico Úmido. **Embrapa Amazônia Oriental**. p.17-55 Belém, 1996.

MENEZES, A. J. E. A. et al. **Manejo de rebrotamentos de bacurizeiros (*Platonia insignis* Mart.):distribuição espacial e considerações tecnológicas dos produtores nas Mesorregiões Nordeste Paraense e Ilha do Marajó**. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, 2016. p. 47.

MORAES, V.H.F. et al. Native fruit species of economic potential from the Brazilian Amazon. **Angewandt Botanic**. [s/l]. v.68, p.47-5 Manaus, 1994.

MOURÃO, K. S. M; BELTRATI, C. M. Morfologia dos frutos, sementes e plântulas de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae). I. Aspectos anatômicos dos frutos e sementes em desenvolvimento. **Acta Amazônica**, [s/l]. v. 25, p. 11-31, Manaus,1995.

NASCIMENTO, W.M.O. et al. Ocorrência e distribuição geográfica de bacurizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.3, p.657-660. 2007.

NASCIMENTO, W. F. et al. Nuclear and chloroplast microsatellites reveal high genetic diversity and structure in *Platonia insignis* Mart., an endangered species native to the Brazilian Amazon. **Acta Botanica Brasílica**, [s/l].2021, 35: 432-444.

RAMALHO, M. A. P. et al. Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. Lavras: Editora **UFLA**, p. 522, 2012

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.

RODRIGUES, E. et al. **Produção e comercialização de frutos de bacuri por pequenos produtores na Amazônia paraense**. Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 2021.

ROGEZ, H. et al. Composição química da polpa de três frutas típicas amazônicas: araçá-boi (*Eugenia stipitata*), bacuri (*Platonia insignis*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **Pesquisa e Tecnologia De Alimentos Europeus**, [s/l]. v. 218, n. 4, p. 380-384, 2004.

RUFINO, Maria S.M .et al. Free radical-scavenging behaviour of some north-east Brazilian fruits in a DPPH system. **Food Chemistry**, v. 114, n. 2, p. 693-695, 2009.

SANTOS, E. M. et al. Genetic and population diversity of bacuri (*Platonia insignis* Mart.) in Chapada Limpa extractive reserve, Maranhão State, Brazil. **African Journal of Biotechnology**, [s/l]. v. 16, n. 50, p. 2317-2325, 2017.

SOUZA, D. C. L. Técnicas moleculares para caracterização e conservação de plantas medicinais e aromáticas: uma revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.17, n.3, p.495-503. 2015.

SOUZA, I.G.B. et al. Caracterização molecular da *Platonia insignis* Mart. ("Bacurizeiro") usando marcadores inter simples de repetição de sequência (ISSR). **Relatórios de biologia molecular**, v. 40, n. 5, p. 3835-3845, 2013.

SOUZA V. A. B. et al. Variabilidade de características físicas e químicas de frutos de germoplasma de bacuri da Região Meio-Norte do Brasil. **Revista Brasileira de fruticultura**, Pará. v. 23, p. 677-683, 2001.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. (Eds.). **Frutíferas e plantas uteis na vida amazônica**. Belém: IMAZON/CIFOR. Belém, 2005. p.300.

SHANLEY, P. et al. Amazonian fruits: How farmers nurture nutritional diversity on farm and in the forest. Editora: Routledge In: **Tropical Fruit Tree Diversity**. p. 191-204. New York, 2016.

SILVA, R. G. et al. Repetibilidade e correlações fenotípicas de caracteres do fruto de bacuri no estado do Maranhão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá: v. 31, n.4.p. 587-591, 2009.

SOUZA, V. A. B. et al. Efeito da concentração de sacarose na germinação in vitro do pólen de cinco acessos de bacurizeiro (*Platonia insignis* MART.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s/l]. v. 35, p. 677-684, 2013.

UCHÔA, V. T. et al. Avaliação biométrica e análise da vitamina C em frutas exóticas comercializadas em supermercados e mercados de Teresina-PI. **Agrarian**, Piauí v. 13, n. 50, p. 577-592, 2020.

VASCONCELLOS, F. J. et al. **Madeiras tropicais de uso industrial do Maranhão: características tecnológicas**. Manaus: INPA., São Luís, 2001. p 96.

VEIGA, J. P. C. et al. Padrões de saúde e segurança no trabalho e extrativismo: o caso de comunidades rurais da Amazônia brasileira. **Saúde e Sociedade**, [s/l]. v. 26, n.3p. 774-785, 2017.

TSUMURA, Y. et al. Diversity and inheritance of inter-simple sequence repeat polymorphisms in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) and sugi (*Cryptomeria japonica*). **Theoretical and Applied Genetics**, [s/l]. v.92, n.1, p.40-5, 1996.

YAMAGUCHI, K. K. L et al. Química e farmacologia do bacuri (*Platonia insignis*). **Scientia Amazonia**, [s/l]. n. 32, p. 39-46, 2014.

CAPÍTULO II
GENETIC PARAMETERS AND SELECTION OF *Platonia insignis* Mart.
GENOTYPES IN THE CERRADO-AMAZON TRANSITION, NORTHEASTERN
BRAZIL

Genetic parameters and selection of *Platonia insignis* genotypes in the Cerrado-Amazon transition, northeastern Brazil

(CBAB – Crop breeding and Applied biotechnology)

Suzane Sá Matos Ribeiro¹; Lucio Rafael Rocha de Moraes²; Sergio Heitor Sousa Felipe¹; José Ribamar Gusmão Araújo¹; Thais Roseli Corrêa³

¹Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA, Brazil.

²Graduando em agronomia em agronomia na Universidade Estadual do Maranhão São Luís, MA, Brazil.

³Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA, Brazil

*Corresponding author: thaiscorrea@professor.uema.br

ABSTRACT

The bacuri (*Platonia insignis* Mart) is an Amazonian fruit tree, with high industrial potential and genetic improvement, but needs conservation due to extractive exploitation and lack of information. This work aimed to study the genetic parameters through the morphological traits of the fruits. The genetic parameters parameters were obtained through REML (Restricted Maximum Likelihood)/ BLUP (Best Unbiased Linear Prediction) method and analysis of variance (Anadev). The phenotypic variance (V_g) was higher than the environmental variance (V_e). The heritability in magnitude was 0.5 to 0.8 for longitudinal and transverse diameters, color, transverse diameters, color, fresh masses, rind, pulp, and selective seed accuracy was ($\geq 0,90$;). The relative coefficient of variation (CV_r) showed aced values (≥ 1 values) for all traits of the genotypes. Thus, six genotypes with potential for plant breeding: G7, G6, G12, G4, G14, and G10.

KEYWORDS: extractive exploitation, morphological traits, parthenocarpic segments

INTRODUÇÃO

O bioma amazônico brasileiro possui inúmeras espécies frutíferas com potencial para programas de melhoramento genético, proporcionando domesticação e conservação genética, segurança alimentar e saúde à população, devido ao potencial nutracêutico dessas espécies

(Sousa et al., 2021; Barboza et al., 2022). No entanto, muitas espécies nativas são exploradas de forma predatória, causando perda de biodiversidade e erosão genética, sendo exemplo a árvore bacuri (*Platonia insignis* Mart.), árvore nativa da Amazônia brasileira (Lima et al., 2022a; Lima et al., 2022b).

No Brasil, indivíduos desta espécie são distribuídos nas regiões Norte e Nordeste, e são observados nos biomas Amazonas e Cerrado (Muniz, 2022). Em resumo, *P. insignis* destaca-se por ter múltiplas utilizações e elevado valor socioeconômico e ecológico (Lima et al., 2022a). No entanto, é de notar que o maior potencial de *P. insignis* é encontrado na polpa dos frutos, que são consumidos tanto *in natura* como industrializados sob a forma de doces, sumos, compotas e gelados (Carvalho et al., 2022), devido ao seu sabor peculiar e propriedades nutracêuticas (Lima et al., 2022b; Yamaguchi et al., 2021; Ribeiro et al., 2021).

A valorização do bacuri no Maranhão vai além do valor gastronômico, pois também possui importância econômica e social sua produção e comercialização contribui para geração de empregos renda principalmente para comunidades rurais e agricultores familiares. Além disso, diversidade de bacuri no Maranhão também é notável, existindo variedades regionais que apresentam características específicas em relação ao tamanho, sabor sendo, fundamental promover a conservação e o manejo sustentável do bacuri e do ecossistema ao seu redor, a fim de preservar a biodiversidade local e garantir a sustentabilidade dessa atividade. (Lima et al., 2022b; SANTOS, et al., 2017)

Embora os frutos *P. insignis* tenham um elevado potencial, a oferta é inferior à procura nacional brasileira, aumentando assim o preço da polpa (Lima et al., 2022b). Além disso, a baixa produção torna impossível a consolidação da cadeia de produção com estatuto nacional e internacional. Possivelmente, isto deve-se ao facto de a exploração econômica ser realizada de forma extrativista, em consonância com a produção irregular de frutos (Rodrigues et al., 2021). Outro aspecto é que se trata de uma espécie não domesticada e com poucos estudos que

orientem a criação de pomares, a partir de plantas resultantes de programas de melhoramento vegetal (Maia et al., 2016; Marinho et al., 2022).

Os obstáculos na cadeia de produção desta árvore de fruto, associados à pressão do uso da terra pelas atividades agrícolas e pecuárias na Amazônia e no Cerrado, expõem os genótipos nativos de *P. insignis* ao risco de perda de material genético valioso (Nascimento et al., 2021; Marinho et al., 2022). Neste sentido, a estimativa dos parâmetros genéticos destes genótipos nos seus habitats naturais pode contribuir diretamente para o desenvolvimento de estratégias de conservação, e de reprodução vegetal das espécies (Maia et al., 2016; Nascimento et al., 2021; Marinho et al., 2022)

A investigação sobre estimativas genéticas por traços biométricos de frutos em espécies selvagens pode contribuir diretamente para a sua domesticação, para além de impulsionar o estabelecimento de plantações comerciais, e mesmo o desenvolvimento de cultivares (Leão et al., 2018; Mendes et al., 2019). Além disso, estes parâmetros genéticos permitem conhecer a estrutura genética das populações naturais, principalmente para selecionar genótipos com características de interesse (Santos et al., 2022). Globalmente, a estimativa dos parâmetros genéticos é efetuada por descritores morfológicos, proporcionando uma forma fácil e rentável de medir e subsequentemente selecionar genótipos com maior potencial para serem utilizados nas fases iniciais dos programas de melhoramento vegetal (Leão et al., 2018; Mendes et al., 2019; Aguiar et al., 2008).

Considerando que o estudo das características morfológicas e biométricas dos frutos de *P. insignis* pode identificar genótipos promissores para aumentar a produção e qualidade da polpa do fruto, o presente estudo teve como objetivo estimar parâmetros relacionados com o controlo genético das características morfológicas, biométricas e massa fresca dos frutos, determinar correlações genéticas e indicar a seleção de genótipos de *P. insignis* para a produção de frutos na região de transição Cerrado-Amazônia no nordeste do Brasil.

MATERIAL E METODOS

Área de estudo

Foram recolhidos frutos em 14 genótipos de árvores mãe de *P. insignis* de populações naturais localizadas nos municípios de Alcântara, Codó, Santa Rita, Pinheiro, Paço do Lumiar, São Luís, Bequimão, e Nova Olinda, do Estado do Maranhão, Brasil (Fig. 1; Quadro 1).

Colheita de material vegetal e de frutos

A colheita da fruta foi realizada de dezembro a março de 2022, quando os frutos maduros foram dispersos no solo. Vinte e cinco frutos foram colhidos de cada genótipo de árvore mãe, embalados em sacos, e enviados para o Laboratório de Fitotecnia e Pós-colheita (LAPOC) da Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA, Brasil.

Determinação dos caracteres morfológicos e físicos

A colheita da fruta foi realizada de dezembro a março de 2022, quando os frutos maduros foram dispersos no solo. Vinte e cinco frutos foram colhidos de cada genótipo de árvore mãe, embalados em sacos, e enviados para o Laboratório de Fitotecnia e Pós-colheita (LAPOC) da Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA, Brasil.

Determinação dos traços morfológicos e físicos

A caracterização biométrica das 25 frutas de cada genótipo foi acedida utilizando um calibre digital (Zaas Precision®, Amatoools, Piracicaba, SP, Brasil), medindo o diâmetro longitudinal da fruta (LFD; distância entre a base e o ápice) e o diâmetro transversal da fruta (TFD; porção do equador da fruta), e a espessura da casca ou casca da fruta (FST; formada pelo epicarpo e mesocarpo da fruta). Posteriormente, os frutos foram classificados nas seguintes cores (FC): vermelho-alaranjado, amarelo, amarelo alaranjado, amarelo esverdeado, laranja, amarelo alaranjado, verde, verde-amarelo e verde-alaranjado.

A forma da fruta foi definida de acordo com Guimarães et al. (1992), na qual as frutas com uma relação LFD/TFD entre 0,95 e 1,05 foram classificadas como arredondadas; enquanto

que as frutas com valores inferiores a 0,95 foram descritas como achatadas e as frutas com valores superiores a 1,05 como ovais.

Após processamento manual das sementes com a ajuda de tesouras, a massa fresca dos frutos (FFM), casca (PFM), polpa (PUFM), e semente (SFM) foram medidas utilizando uma balança electrónica de precisão (Shimadzu®, AUY220, Tóquio, Japão). No final, o número total de segmentos partenocarpiais (NPSF) e sementes por fruto (NSF) foram contados. Além disso, a casca (PY), a polpa (PUY), e o rendimento de sementes (SY) foram acedidos de acordo com Guimarães et al. (1992).

Determinação dos parâmetros genéticos

As estimativas dos parâmetros genéticos foram realizadas através do procedimento REML (Restricted Maximum Likelihood) / BLUP (Best Unbiased Linear Prediction) modelo misto e análise de desvio (Anadev), como se segue (Resende et al. 1997): Onde: y é o vector observado, b é o vector de efeitos fixos (média global), g é o vector de efeitos aleatórios dos efeitos genotípicos totais. A classificação das grandezas de hereditariedade e exactidão selectiva (raâ) foi analisada de acordo com o que foi proposto por Resende (1997) (Quadro 2).

Índice de selecção

Os valores genotípicos previstos foram utilizados para calcular o índice de selecção com base na soma das classificações para classificar os genótipos para cada característica (Mulamba e Mock, 1978). Com base nesta classificação, os valores dos genótipos de cada traço foram somados, resultando num valor geral considerado como índice de selecção (Cruz et al., 2014).

Análise estatística

A análise estatística foi realizada pelo software SELEGEN-Reml/Blup (Statistical System and Computerized Genetic Selection by Mixed Linear Models) versão 2016, modelo número 83 (Resende, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros genéticos de insígnias de Platonía baseados em traços de fruta

Nos programas de melhoramento vegetal, não basta conhecer apenas os fenótipos individuais das plantas, mas sobretudo obter informações sobre a natureza da ação genética envolvida na herança dos traços. Os resultados mostraram que os valores da variância genotípica (V_g) eram mais elevados em comparação com a variância ambiental (V_e) para o diâmetro longitudinal do fruto, diâmetro transversal do fruto, cor do fruto, massa fresca do fruto, massa fresca da casca, massa fresca da polpa, e traços de rendimento de sementes (Quadro 3). Conseqüentemente, embora exista uma influência ambiental, as características fenotípicas observadas nestes traços acessados estão fortemente relacionadas com fatores genéticos nos genótipos (Quadro 3 e Figura 2). No estudo atual, *P. insignis* exibiu uma elevada variabilidade fenotípica e genética em todos os traços morfológicos e massa fresca acedida. Estes resultados corroboram outros trabalhos realizados com base em análises físicas de frutos desta espécie que também encontraram a existência de variabilidade (Aguiar et al., 2008; Souza et al., 2001).

A heritabilidade de sentido amplo indicou uma grande magnitude (0,5 a 0,8) para o diâmetro longitudinal, diâmetro transversal do fruto, cor, massa fresca do fruto, massa fresca da casca, massa fresca da polpa, e características de produção de sementes, revelando que as diferenças entre os genótipos são de origem genética e que existe um elevado potencial para que esta variação genética seja transmitida à descendência (Quadro 3). Além disso, a precisão seletiva mostrou uma grande magnitude para estas características ($\geq 0,90$; Quadro 3), que por sua vez mostrou uma excelente precisão experimental, resultados fiáveis, e uma elevada probabilidade de reprodutibilidade dos meios fenotípicos nas gerações seguintes de genótipos.

Ainda sobre esta interessante variabilidade genética observada nos frutos de *P. insignis*, é importante compreender que os indivíduos arbóreos provêm de populações naturais com polinização aberta e têm auto-incompatibilidade esporádica (quando as flores são auto-

polinizadas não há crescimento do tubo polínico), proporcionando um importante troca aleatória de alelos entre os indivíduos da população (possivelmente genótipos homozigotos e heterozigotos) (Carvalho et al., 2022). Tudo isto justifica em parte a excelente variabilidade fenotípica observada em paralelo com os parâmetros genéticos altamente promissores dos genótipos de *P. insignis* avaliados neste estudo.

O fenótipo observado nos frutos *P. insignis* foi fortemente influenciado por fatores genéticos em detrimento de fatores ambientais (Quadro 3). Este padrão de resposta é essencial para iniciar um programa de melhoramento vegetal. É de notar que os genótipos de *P. insignis* acedidos neste estudo provêm do seu centro de origem, o bioma amazónico (Carvalho et al., 2022). Assim, este importante acervo genético evidenciado é o principal fator que contribuiu para a elevada diversidade de formas, cores e biomassa dos frutos (Figura 2). Com base nestes resultados, espera-se que os genótipos possam mostrar ganhos significativos no aumento da produção de polpa, o principal produto de interesse agroindustrial. Os valores médios e altos da hereditariedade indicam que grande parte da variabilidade fenotípica tem causas genéticas, com um efeito ambiental menor (Goldman, 2022). Por outro lado, sabe-se que a hereditariedade pode ser afetada se houver uma alteração em qualquer dos componentes da variância genética e fenotípica (Habiba et al., 2022).

Os genótipos que apresentam grandes possibilidades de ganho genético, também mostraram uma elevada precisão seletiva. Isto é muito importante, porque quanto maior a precisão, maior a confiança no valor genético previsto e a probabilidade de obter ganhos com a seleção (Evangelista et al., 2022). Em contraste, salienta-se que os valores genéticos previstos não são iguais aos verdadeiros valores genéticos dos indivíduos; contudo, a proximidade entre estes dois valores pode ser estimada pela exatidão (Silveira et al., 2022; Evangelista et al., 2022). Assim, a seleção será efetuada de forma mais eficiente.

Para melhor compreender a estrutura das populações de *P. insignis*, foram calculados os coeficientes de variação relativa (CVr), que podem expressar a magnitude da variação genética à média do traço. Com base nestes resultados, foi possível observar uma elevada variabilidade genética para todos os traços dos genótipos acedidos (valores ≥ 1 ; Quadro 3). Finalmente, é de salientar que o diâmetro longitudinal do fruto, diâmetro transversal do fruto, massa fresca do fruto, massa fresca da casca, e traços de massa fresca da polpa mostraram valores mais elevados (por exemplo, 3,07 a 3,99; Quadro 3), indicando uma elevada variação genética disponível para uma seleção de genótipos promissores de *P. insignis*, para além de boas perspectivas de ganho genético durante as fases de seleção dos melhores genótipos.

Correlações genotípicas para traços de frutos de *Platonia insignis*

As correlações genéticas permitem a melhoria de um conjunto de traços coletivamente nos programas de melhoramento vegetal. Aqui, os valores obtidos para a correlação genética indicaram que havia uma forte associação positiva entre os traços massa fresca do fruto \times massa fresca de casca; massa fresca do fruto \times diâmetro longitudinal do fruto; massa fresca de casca \times diâmetro longitudinal do fruto; massa fresca de semente \times diâmetro longitudinal do fruto; massa fresca de polpa \times diâmetro longitudinal do fruto; e espessura de casca \times diâmetro longitudinal do fruto (Quadro 4). Além disso, apenas a correlação entre o número total de sementes por fruto \times número total de segmentos partenocarpo por fruto mostrou uma forte associação negativa (Quadro 4). Ou seja, quanto maior o número de segmentos partenocarpo \times produção de polpa.

Um aumento numa destas duas características tende a ser acompanhado por um aumento na outra, proporcionando ganhos sem restringir a seleção (Casas-Leal et al., 2022; Merrick et al., 2022). Possivelmente, estes padrões de resposta são devidos à pleiotropia (um gene que afeta duas ou mais características), mas não podemos esquecer os regulamentos genéticos que podem alterar os padrões de expressão (Li et al., 2022).

Índice de seleção com base na média do ranking

A soma das classificações permite classificar os genótipos para cada um dos traços, numa ordem favorável para a reprodução vegetal. Com base neste resultado, foi possível classificar os seis genótipos principais em ordem decrescente de potencial de melhoramento genético: G7, G6, G12, G4, G14, e G10, respectivamente (Quadro 5). Estes resultados indicam que estes genótipos têm características morfológicas e de massa fresca de frutos com boas combinações que podem levar a melhorias na qualidade dos frutos e, por sua vez, a um maior potencial para aumentar a produção de polpa durante os programas de melhoramento vegetal.

Foi também possível selecionar os mais promissores de acordo com a classificação baseada na soma das classificações de características morfológicas, cores e biomassa de frutos, com a intenção de que possam ser utilizados em programas de melhoramento genético.

As nossas descobertas mostram que os genótipos *P. insignis* apresentam uma variabilidade genética considerável, um facto essencial para os programas de melhoramento vegetal. Mais importante, seis genótipos (por exemplo, G7, G6, G12, G4, G14 e G10) têm excelentes hipóteses de melhorar os traços morfológicos, a cor e a produção de polpa de frutos, proporcionando no futuro a produção de frutos com padrões de qualidade mais elevados. Este conhecimento pode ser utilizado em programas de conservação genética e melhoramento vegetal para esta espécie na região de transição Cerrado-Amazónia do nordeste do Brasil.

ACKNOWLEDGMENTS

Este estudo foi parcialmente financiado por Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA (Universal process nº 00675/19)

REFERENCES

Aguiar, L.P., Figueiredo, R.W., Alves, E.R., Maia, A.G., Souza, V.A.B (2008). Physical and physico-chemical characterization of fruits from different genotypes of bacuri (*Platonia*

insignis Mart.). **Food Science and Technology**, v. 28(2), p. 423-428. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000200024>.

Barboza L., Martins J., Frota R., Lima A. R., Victor C., Aparecido E., De Araújo J. y Campelo P. (2022). Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.): An Amazonian Fruit with Potential Health Benefits. **Food Research International**, 159. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111654>

Carvalho, J.E.U.; Homma, A.K.O.; Nascimento, W.M.O. (*Platonia insignis*: bacuri. In: Coradin, L.; Camillo, L.J.; Vieira, I.C. (Org.). *Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas para o Futuro - Região Norte*. Brasília, DF: MMA, 2022. 1452 p.: il.; color (Série Biodiversidade; n. 53).

Casas-Leal, N. E., Pereira, F. A. C., & Vello, N. A. (2022). Improvement of vegetable soybean: genetic diversity and correlations of traits between immature and mature plants. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 22.

Cruz, C. D.; Carneiro, P. C. S.; Regazzi, A.J. (2014). Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, MG: UFV. V. 2 .3ª Edição 2014, 668.p.; ISBN: 8572691510

Evangelista, J. S. P. C., Peixoto, M. A., Coelho, I., Alves, R., Resende, M. D. V., Silva, F. F., Laviola, B. and Bhering, L. L. (2022). Genetic evaluation and selection in *Jatropha curcas* through Frequentist and Bayesian inferences. **Bragantia**, 81, e2722. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210262>

Guimarães, A. D. G. et al. Coleta de germoplasma de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) na Amazônia. I: microrregião Campos do Marajó (Soure/Salvaterra). Belém: EMBRAPACPATU, 1992. 25 p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, n. 132).

Goldman, I. (2022). *Plant Breeding Reviews*, Volume 46. John Wiley & Sons. Gudynaitė-Franckevičienė V, Pliūra A. Performance and Genetic Parameters of Poplar Hybrids and Clones in a Field Trial Are Modified by Contrasting Environmental Conditions during the Vegetative Propagation Phase. **Plants**. 2022; 11(18):2401. <https://doi.org/10.3390/plants11182401>

Habiba, R.M.M., El-Diasty, M.Z. & Aly, R.S.H. Combining abilities and genetic parameters for grain yield and some agronomic traits in maize (*Zea mays* L.). **Beni-Suef Univ J Basic Appl Sci** 11, 108 (2022). <https://doi.org/10.1186/s43088-022-00289-x>

Leão ,N.V. Martins.; Felipe, S. H.S. Silva, C. E. (2018). Morphometric diversity between fruits and seeds of mahogany trees (*Swietenia macrophylla* King.) from Parakanã Indigenous Land, Pará State, Brazil. **Aust. J. Crop Sci.** 12(3). p. 435-443

Li, A., Hao, C., Wang, Z., Geng, S., Jia, M., Wang, F., ... & Mao, L. (2022). Wheat breeding history reveals synergistic selection of pleiotropic genomic sites for plant architecture and grain yield. **Molecular Plant**, 15(3), 504-519.

Lima, S.K.R.; Coêlho, A.G.; Lucarini, M.; Durazzo, A.; Arcanjo, D.D.R. The *Platonia insignis* Mart. as the Promising Brazilian ‘Amazon Gold’: The State-of-the-Art and Prospects. **Agriculture** 2022a, 12, 1827. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111827>

Lima, S.K.R.; Pereira, E.J.d.A.L.; Machado, G.d.O.; Silva, R.A.d.; Lucarini, M.; Durazzo, A.; Diele-Viegas, L.M.; Arcanjo, D.D.R. Systematic Mapping of the Production Chain of “Bacuri” (*Platonia insignis* Mart.) in Brazil. **Sustainability** 2022b, 14, 15051. <https://doi.org/10.3390/su142215051>

Maia, M. C. C., Macedo, L. M., Vasconcelos, L. F. L., Aquino, J. P. A., Oliveira, L. C., & Resende, M. D. V. (2016). Estimates of genetic parameters using RELM/BLUP for intra-populational genetic breeding of *Platonia insignis* Mart. **Revista Árvore**, 40, 561-573.

Marinho, T. R. S.; Correa, T. R.; Vieira, K. S.; Albuquerque, I. S.; Alves, G. L.; Pinheiro, M. V. M.; Reis, F. O.; Figueiredo, F. A. M. M. A.; Araújo, J. R. G.; FERRAZ, T. M. Genetic variability during in vitro establishment of bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.): an Amazon species. **Australian Journal of crop science** (online), v. 16, p. 819-825, 2022

Mendes, G. G.C.; Gusmão, M.T. A.; Martins, T.G. V.; Rosado, R.D. S.; Sobrinho, R. S. A.; Nunes, A.C. P; Ribeiro, W S.; Zanoncio, J.C. (2019). Genetic divergence of native palms of *Oenocarpus distichus* considering biometric fruit variables. **Sci. Rep.** 9 (1.) 4943.

Merrick LF, Herr AW, Sandhu KS, Lozada DN, Carter AH. (2022). Optimizing Plant Breeding Programs for Genomic Selection. **Agronomy**. 2022; 12(3). p.714. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030714>

Muniz, F.H. *Platonia* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available in: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB16880>>. Accessed on: 30 Jan. 2023.

Mulamba, N.N.; Mock, J. J. (1978). Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal Genetics and Cytology**, Alexandria, 7, p. 40-51.

Nascimento, W. F., Dequigiovanni, G., Ramos, S. L., Garcia, C. B., & Veasey, E. A. (2021). Nuclear and chloroplast microsatellites reveal high genetic diversity and structure in *Platonia insignis* Mart., an endangered species native to the Brazilian Amazon. **Acta Botanica Brasilica**, 35.p.432-444.

Resende MDV, Freitas J. (2014). Divergência genética e índice de seleção via BLUP em acessos de algodoeiro para características tecnológicas da fibra. **Pesq Agrop Trop**.44.p. 334-340.

Ribeiro, D.C., Russo, H.M., Fraige, K., Zeraik, M.L., Nogueira, C.R., da Silva, P.B., Codo, A.C., Calixto, G., Medeiros, A.I., Chorilli, M., Bolzani, V.S., 2021a. Bioactive Bioflavonoids from *Platonia insignis* (Bacuri) Residues as added value compounds. **J. Braz. Chem. Soc.** 32, 786–799. <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20200230>.

Rodrigues, E.C.F.; Homma, A.K.O.; Kato, O.R.; Menezes, A.J.E.A. (2021). **Produção e comercialização de frutos de bacuri por pequenos produtores na Amazônia Paraense**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2021. 36 p.: il.; color (Boletim de pesquisa e desenvolvimento/ Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0483; 147).

Santos, A., Nunes, A., Garuzzo, M., Corrêa, R., Marques, F. 2022. Genetic variability and predicted gain in progeny tests of native Atlantic Forest timber species: *Cariniana legalis*, *Cordia trichotoma*, and *Zeyheria tuberculosa*. **Annals of Forest Research** DOI:10.15287/afr.2022.2106

Silveira, D. C., Machado, J. M., Motta, E. A. M. D., Barbosa, M. R., Simioni, C., Weiler, R. L., ... & Dall'Agnol, M. (2022). Genetic parameters, prediction of gains and intraspecific hybrid selection of *Paspalum notatum* Flüge for forage using REML/BLUP. *Agronomy*, 12(7) p.1654.

Sousa, H. M. S., Leal, G. F., Damiani, C., Borges, S.V., Freitas, B.C., y Martins, G. A. S. (2021). Some wild fruits from amazon biodiversity: composition, bioactive compounds, and characteristics. *Food Research*, 5(5) p.17-32. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(5\).687](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(5).687)

Souza, V.A. B., Araújo, E. C. E., Vasconcelos, L. F. L., Lima, P. S. C. (2001). Variability of physical and chemical fruit characteristics of bacury germplasm from mid-north region of Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 23 (3) p. 677-683. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452001000300047>.

Yamaguchi, K.K.L.; Dias, D.S.; Lamarão, C.V.; Castelo, K.F.A.; Lima, M.S.; Antonio, A.S.; Converti, A.; Lima, E.S.; Veiga-Junior, V.F. (2021). Amazonian Bacuri (*Platonia insignis* Mart.) Fruit Waste Valorisation Using Response Surface Methodology. *Biomolecules* 11(12), p. 1767. <https://doi.org/10.3390/biom11121767>

ANEXO A - TABELAS

Tabela 1. Coordenadas geográficas de 14 genótipos de *Platonia insignis* de populações naturais da região de transição Cerrado-Amazônia, Estado do Maranhão, Brasil.

Genotype	Municipality	Altitude (m)	Latitude	Longitude
G1	Alcântara	51,5510403	2° 32' 2.34" S	44° 38' 23.61" W
G2	Bequimão	23,3110114	2° 30' 2.06" S	44° 44' 39.56" W
G3	Bequimão	22,3636639	2° 30' 2.65" S	44° 52' 48.15" W
G4	Bequimão	22,1215877	2° 30' 1.78" S	44° 52' 47.23" W
G5	Codó	63,4813685	4° 27' 39.93" S	43° 47' 7.22" W
G6	Codó	73,011913	4° 27' 42.23" S	43° 47' 15.48" W
G7	Nova Olinda Paço do	58,1240947	2° 41' 21.30" S	45° 42' 32.90" W
G8	Lumiar	24,6098218	2° 31' 55.82" S	44° 10' 32.97" W
G9	Pinheiro	31,1854263	2° 39' 24.98" S	45° 12' 55.11" W
G10	Pinheiro	20,4556364	2° 25' 21.78" S	45° 8' 46.12" W
G11	Pinheiro	9,774121	2° 31' 56.42" S	45° 7' 20.73" W
G12	São Luís	58,3211757	2° 36' 20.13" S	44° 12' 2.72" W
G13	São Luís	48,9158026	2° 36' 2.48" S	44° 12' 44.43" W

G14 Santa Rita 18,1006112 3° 3' 32.4" S 44° 15' 22.75" W

Tabela 2. Classificação das magnitudes da hereditariedade e da precisão selectiva utilizadas para estimar os parâmetros genéticos de *Platonia insignis*.

Selective accuracy	Classification of magnitudes of individual heritability	Classification of magnitudes of accuracy for individual selection
0.51	Low	Low
0.55	$0.01 \leq h_a^2 \leq 0.15$	$0.10 \leq r_{aa} \leq 0.40$
0.58		
0.61	Mean or	Mean or
0.66	Moderate	Moderate
0.71	$0.15 < h_a^2 < 0.50$	$0.40 < r_{aa} < 0.70$
0.76	High	High

0.80 a 0.95

$h_a^2 \geq 0.50$

$r_{\hat{a}} \geq 0.70$

Tabela 3. Estimativas de parâmetros genéticos com base na análise de 14 genótipos de *Platonia insignis* provenientes de populações naturais da região de transição Cerrado-Amazônia no nordeste do Brasil.

Parameter	Traits*													
	LFD	TFD	FST	LFD/TFD	CF	FFM	PFM	PUFM	SFM	NPSF	NSF	PY	PUY	SY
Vg	88.03	335.5	6.58	0.08	3.6	13245.58	7269.36	577.96	256.95	0.53	0.58	13.99	12.49	464.27
Ve	39.11	59.21	16.09	0.22	3.12	5412.86	2815.16	167.18	447.86	0.67	0.71	27.67	156.14	236.75
Vf	128.29	403.92	23.22	0.34	6.77	18972.33	10183.44	749.36	720.34	1.26	1.33	45.18	176.54	715.34
h ² g	0.69	0.83	0.28	0.25	0.53	0.70	0.71	0.77	0.36	0.42	0.44	0.30	0.07	0.65
Acc	0.99	0.99	0.95	0.92	0.98	0.99	0.99	0.99	0.96	0.96	0.97	0.94	0.78	0.99
CVr	3.13	3.99	1.32	1.06	2.31	3.07	3.31	3.91	1.56	1.66	1.81	1.24	0.56	2.74
M	81.27	93.91	11.37	1.79	4.17	334.98	228.87	43.94	61.66	2.09	2.82	67.54	11.98	14.54

*Longitudinal fruit diameter (LFD), transversal fruit diameter (TFD), fruit shell thickness (FST), color fruit (CF), LFD/TFD ratio, fruit fresh mass (FFM), peel fresh mass (PFM), pulp fresh mass (PUFM), seed fresh mass (SFM), the total number of parthenocarpy segments per fruit (NPSF), the total number of seeds per fruit (NSF), peel yield (PY), pulp yield (PUY), and seed yield (SY).

Tabela 4. Estimativas de coeficientes de correlação genotípica entre 14 características de frutos de *Platonia insignis* provenientes de populações naturais da região de transição Cerrado-Amazônia do Nordeste do Brasil.

Traits*	FFM	PFM	SFM	PUFM	NSF	NPSF	FST	LFD	TFD	LFD/TFD	CF	PUY	PY	SY
FFM	1.00	0.98	0.64	0.76	-0.25	0.33	0.75	0.92	0.77	-0.11	-0.03	0.48	0.56	0.45
PFM		1.00	0.59	0.71	-0.25	0.33	0.77	0.91	0.75	-0.17	0.07	0.39	0.64	0.39
SFM			1.00	0.21	0.40	-0.34	0.58	0.72	0.29	-0.04	-0.37	0.00	0.23	0.66
PUFM				1.00	-0.54	0.63	0.46	0.66	0.80	0.01	0.00	0.76	0.12	0.32
NSF					1.00	-0.98	-0.06	-0.05	-0.51	-0.15	-0.32	-0.70	-0.26	0.39
NPSF						1.00	0.10	0.15	0.57	0.10	0.31	0.73	0.26	-0.30
FST							1.00	0.85	0.47	-0.25	0.20	0.19	0.54	0.14
LFD								1.00	0.66	-0.18	0.03	0.25	0.43	0.54
TFD									1.00	0.26	0.15	0.56	0.42	0.41
LFD/TFD										1.00	-0.24	0.16	-0.09	0.16
CF											1.00	-0.24	0.14	-0.38
PUY												1.00	0.17	-0.05
PY													1.00	-0.12
SY														1.00

* Massa fresca do fruto (MFM), massa fresca da casca (MFP), massa fresca da semente (MFS), massa fresca da polpa (MFP), número total de sementes por fruto (NSF), número total de segmentos partenocárpicos por fruto (NPSF), espessura da casca do fruto (FST), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), diâmetro transversal do fruto (DTF), relação DLF/DTF, cor do fruto (CF), rendimento da polpa (PUY), rendimento da casca (PY) e rendimento da semente (SY).

Tabela 5. Classificação baseada na soma de postos para 14 genótipos de *Platonia insignis* de populações naturais da região de transição Cerrado-Amazônia no nordeste do Brasil.

Genotype	Traits*													Average Rank
	FFM	PFM	SFM	PUFM	NSF	NPSF	FST	LFD	TFD	LFD/TFD	CF	PUY	PY	
G7	3	12	4	1	1	1	8	4	2	6	10	4	12	5.23
G6	2	13	6	2	3	3	11	5	1	3	5	12	7	5.61
G12	14	1	1	13	2	2	2	14	14	9	3	7	1	6.38
G4	9	5	8	6	9	9	6	9	7	4	4	6	3	6.53
G14	10	6	3	11	7	6	5	10	4	2	7	13	4	6.79
G10	6	9	11	3	6	5	7	7	5	5	12	3	11	6.92
G9	1	14	13	4	4	4	13	1	6	14	2	14	5	7.30
G11	13	4	2	10	10	11	4	11	11	11	1	1	6	7.30
G1	7	8	12	9	5	7	9	8	3	7	6	8	14	7.92
G5	4	11	9	5	8	8	12	3	8	13	11	11	2	9.07
G2	8	7	10	8	11	10	10	6	9	8	9	9	8	8.69
G13	11	3	7	14	12	13	3	12	13	1	13	15	9	8.92
G8	12	13	5	12	13	12	1	13	12	12	14	2	13	9.46
G3	5	10	14	7	14	14	14	2	10	10	8	10	10	9.84

* Massa fresca do fruto (MFM), massa fresca da casca (MFP), massa fresca da semente (MFS), massa fresca da polpa (MFP), número total de sementes por fruto (NSF), número total de segmentos partenocárpicos por fruto (NPSF), espessura da casca do fruto (FST), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), diâmetro transversal do fruto (DTF), relação DLF/DTF, cor do fruto (CF), rendimento da polpa (PUY), rendimento da casca (PY) e rendimento da semente (SY).

ANEXO B - FIGURAS

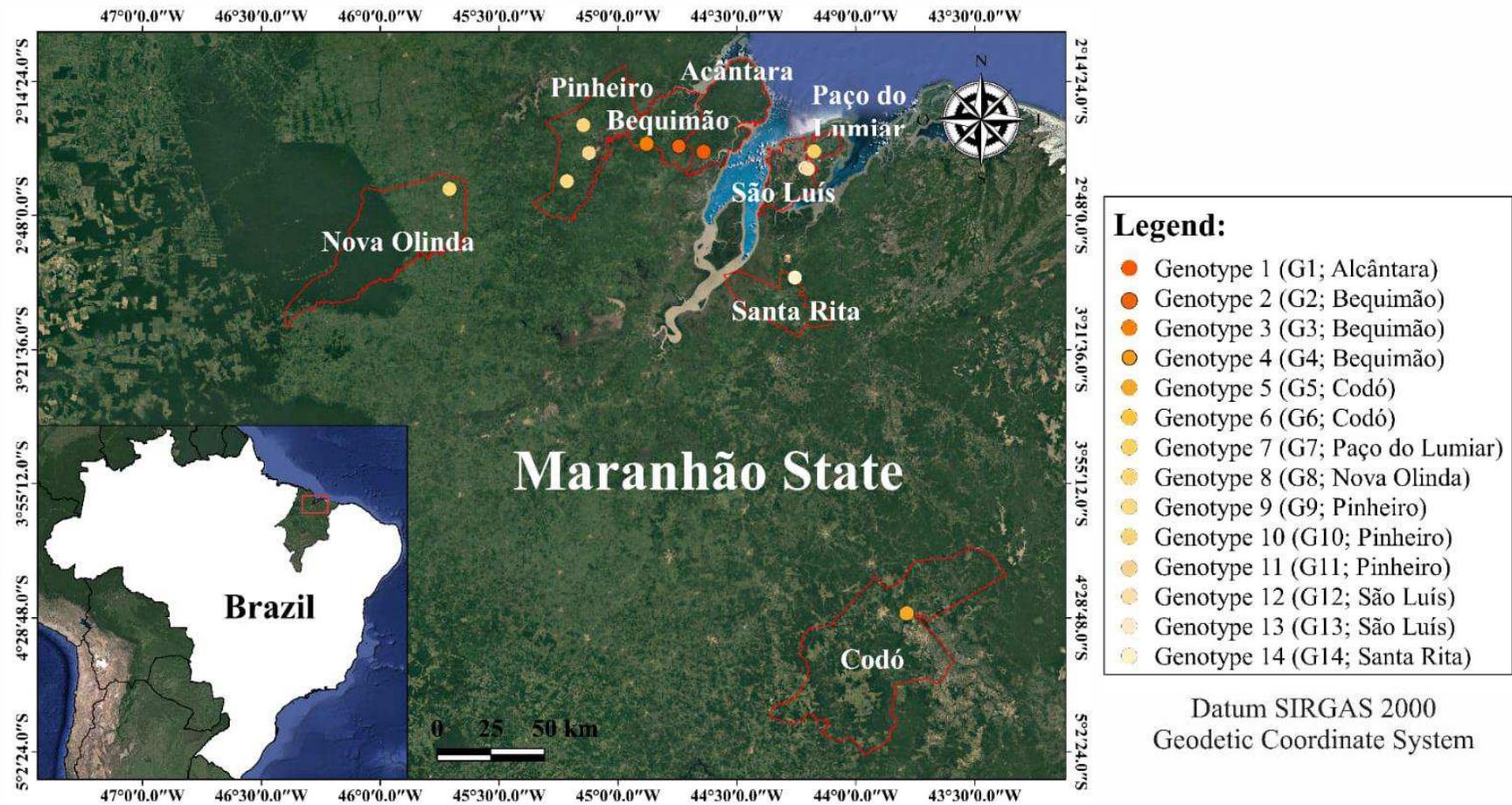


Figura 0-1. Mapa de distribuição geográfica de 14 genótipos de *Platonia insignis* provenientes de populações naturais da região de transição Cerrado-Amazônia no nordeste do Brasil.

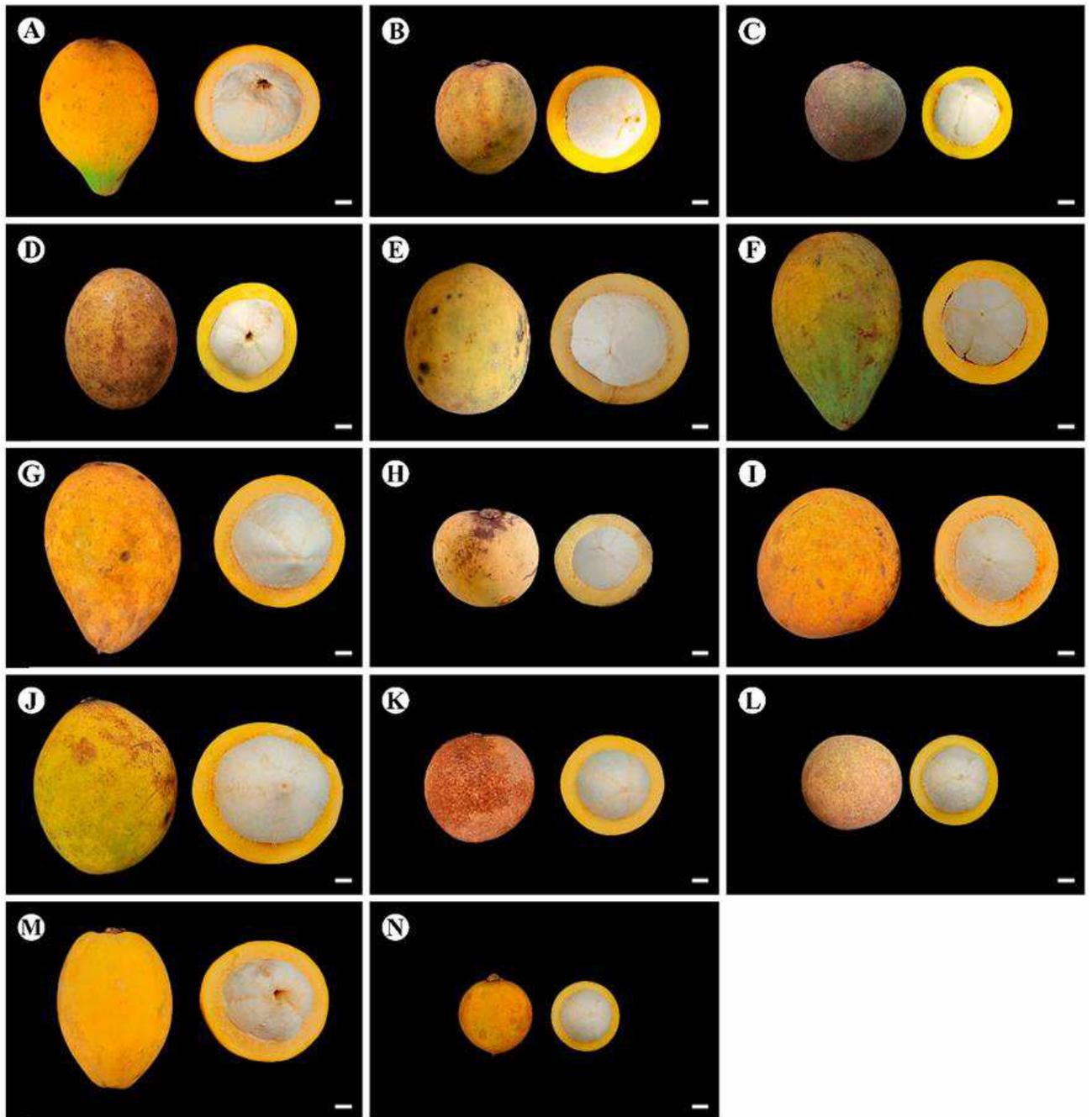


Figura 2. Diversidade de frutos de 14 genótipos de *Platonia insignis* provenientes de populações naturais da região de transição Cerrado-Amazônia no nordeste do Brasil. A. Fruto do genótipo 1 (G1; Alcântara). B. Fruto do genótipo 2 (G2; Bequimão). C. Fruto do genótipo 3 (G3; Bequimão). D. Fruto do genótipo 4 (G4; Bequimão). E. Fruto do genótipo 5 (G5; Codó). E. Fruto do genótipo 5 (G5; Codó). F. Fruto do genótipo 6 (G6; Codó). G. Fruto do genótipo 7 (G7; Nova Olinda). H. Fruto do genótipo 8 (G8; Paço do Lumiar). I. Fruto do genótipo 9 (G9; Pinheiro). J. Fruto do genótipo 10 (G10; Pinheiro). K. Fruto do genótipo 11 (G11; Pinheiro). L. Fruto do genótipo 12 (G12; São Luís). M. Fruto do genótipo 13 (G13; São Luís). N. Fruto do genótipo 14 (G14; Santa Rita). Barra: 2 cm.