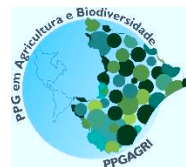


**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**

**CONSERVAÇÃO EX SITU E APLICAÇÃO DOS
DESCRITORES MÍNIMOS NA CARACTERIZAÇÃO DE
GERMOPLASMA DE JENIPAPEIRO**

CLEVERTON ALVES DOS SANTOS

2022



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**

CLEVERTON ALVES DOS SANTOS

**CONSERVAÇÃO EX SITU E APLICAÇÃO DOS DESCRITORES MÍNIMOS NA
CARACTERIZAÇÃO DE GERMOPLASMA DE JENIPAPEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

Orientadora
Prof^a. Dra. Ana Veruska Cruz da Silva

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL
2022

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S237c Santos, Cleverton Alves dos.
Conservação ex situ e aplicação dos descritores mínimos na
caracterização de germoplasma de jenipapeiro / Cleverton Alves
dos Santos; orientadora Ana Veruska Cruz da Silva. – São
Cristóvão, SE, 2022.
66 f.; il.

Dissertação (mestrado em Agricultura e Biodiversidade) –
Universidade Federal de Sergipe, 2022.

1. Agrobiodiversidade. 2. Jenipapo. 3. Germoplasma vegetal -
Recursos. I. Silva, Ana Veruska Cruz da, orient. II. Título.

CDU 582.936.1

CLEVERTON ALVES DOS SANTOS

**CONSERVAÇÃO EX SITU E APLICAÇÃO DOS DESCRITORES MÍNIMOS NA
CARACTERIZAÇÃO DE GERMOPLASMA DE JENIPAPEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

APROVADA em 29 de agosto de 2022.

Prof^a. Dra. Ana da Silva Ledo
Embrapa Tabuleiros Costeiros/ PPGAGRI-
UFS

Dra. Milena Nascimento Cardoso
Consensul

Prof^a. Dra. Ana Veruska Cruz da Silva
Embrapa Tabuleiros Costeiros/PPGAGRI-UFS
(Orientadora)

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pois Ele forneceu a força e a energia necessárias para continuar essa nova jornada, mantendo-me direcionado para superar vários obstáculos, muitos deles, provocados pela pandemia da Covid-19.

Agradeço aos meus pais, pois mesmo com as dificuldades enfrentadas, procuraram dar a melhor educação dentro de suas condições e sempre apoiaram e ensinaram que nunca é tarde para lutar por seus sonhos, por mais difícil que seja, pois com fé e perseverança conseguirá conquistá-los.

A minha esposa, pois foi companheira e compreensiva, e com o meu afastamento do emprego, ela conseguiu manter todos os custos financeiros para que eu pudesse me dedicar exclusivamente ao mestrado. E aos meus filhos, que nas horas de estresse acabavam sendo minha válvula de escape, fazendo esquecer os meus problemas.

A minha orientadora, Prof^a. Dra. Ana Veruska Cruz da Silva, que me apoiou no desenvolvimento desse projeto diante das dificuldades provocadas pela pandemia.

Aos técnicos da Embrapa Tabuleiros Costeiros - Silvio Gomes, por me ensinar as técnicas moleculares e pelos seus grandes conselhos que levarei por toda minha vida, e Genison Trindade, pelo apoio na coleta dos dados no Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo.

À Dra. Milena Nascimento Cardoso, pelas informações sobre *Genipa americana*, sempre prestativa; à Dra. Josefa Grasiela Silva Santana que colaborou na elaboração dos gráficos, à estagiária Layanne Oliveira, pelo auxílio nas análises genéticas e aos colegas do curso de mestrado e doutorado do PPGAGRI pelo apoio.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade (PPGAGRI), pela atenção e contribuição para minha formação e direcionamento acadêmico.

À Embrapa Tabuleiros Costeiros com seu apoio e pelos seus funcionários sempre bem atenciosos e preocupados com o nosso bem-estar.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS	ii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO GERAL	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 Aspectos gerais sobre o jenipapeiro	03
2.2 Recursos genéticos do jenipapeiro	04
2.3 Descritores morfoagronômicos.....	05
2.4 Uso e perspectivas	06
2.5 Cronologia do BAG Jenipapo: treze anos de conservação e pesquisa científica.....	06
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
4. ARTIGO 1: Conservação ex situ e aplicação dos descritores mínimos na caracterização de germoplasma de jenipapeiro.....	19
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	20
4.1. INTRODUÇÃO.....	20
4.2. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.4. CONCLUSÕES.....	40
4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Imagem aérea do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil, 2021. Foto: Edson Patto Pacheco.	22
FIGURA 2. Áreas de ocorrência natural no Brasil, onde foram coletados os acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo.	24
FIGURA 3. Porcentagem de sobrevivência, por acesso, do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo, no período de 2009 a 2022. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil.	27
FIGURA 4. Presença de formigas (A) e plantas invasoras (B) no germoplasma. Fotos: Cleverton Alves dos Santos.	28
FIGURA 5. Formato da copa: Piramidal (A); Oblonga (B); Esférica (C); Irregular (D). Fonte: Silva, Silva Júnior e Ledo (2020).	29
FIGURA 6. Padrão de ramificação: Pouco ramificada (A); Intermediária (B); Muito ramificada (C). Fonte: Silva, Silva Júnior e Ledo (2020).	29
FIGURA 7. Distribuição dos ramos: Vertical (A); Horizontal (B); Irregular (C). Fonte: Silva, Silva Júnior e Ledo (2020).	30
FIGURA 8. Representação Boxplot para as características morfológicas avaliadas em acessos de jenipapeiro.	34
FIGURA 9. Representação Boxplot para os índices morfométricos avaliados em acessos de jenipapeiro.	36
FIGURA 10. Coeficientes de correlação de Pearson entre as características morfológicas e índices morfométricos na avaliação de acessos de jenipapeiro.	38

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Origem, acesso/código local, espécie, data de introdução e número de plantas por acesso do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil.	23
TABELA 2. Descritores mínimos avaliados nos acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil. 2022	24
TABELA 3. Enriquecimento e taxa de sobrevivência dos acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo, no período de 2009 a 2022. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil.	26
TABELA 4. Porcentagem das características morfológicas observadas nos acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil.	28
TABELA 5. Valores médios das características morfológicas e dos índices morfométricos de acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil.	30
TABELA 6. Estatística descritiva das características morfológicas e índices morfométricos dos acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil. 2022.	31
TABELA 7. Avaliação da frutificação no Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo da Embrapa Tabuleiros Costeiros. Nossa Senhora das Dores, SE, março de 2022.	39
TABELA 8. Produção técnico-científica oriunda do Banco de Germoplasma de Jenipapo da Embrapa Tabuleiros Costeiros.	39

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABA	Ácido Abscísico
ABTS	<i>3-etilbenzotiazolina6 -sulfonato</i>
AC	Área da Copa
ANA	Ácido Naftaleno Acético
ATT	Acidez Titulável Total
BAG	Banco Ativo de Germoplasma
BAP	6-benzilaminopurina
CAP	Circunferência à Altura do Peito
CC	Comprimento da Copa
DC	Diâmetro da Copa
DPPH	<i>Iridoid blue-based pigments</i>
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FC	Formal de Copa
GE	Grau de Esbeltez
H	Altura Total
IA	Índice de Abrangência
IC	Altura de Inserção da Copa
IS	Índice de Saliência
ISSR	<i>Inter Simple Sequence Repeat</i>
L	Leste
N	Norte
NP	População Natural
O	Oeste
OE	Óleo Essencial
PC	Proporção da Copa
PCR	<i>Polymerase Chain Reaction</i>
RAPD	<i>Random Amplified Polymorphic DNA</i>
S	Sul
SS	Sólidos Solúveis

RESUMO

SANTOS, Cleverton Alves. **Conservação ex situ e aplicação dos descritores mínimos na caracterização de germoplasma de jenipapeiro**. São Cristóvão: UFS, 2022. 47p. (Dissertação – Mestrado em Agricultura e Biodiversidade). *

O jenipapeiro (*Genipa americana* L.) é uma planta nativa do Brasil que possui ampla utilização e é cultivada, principalmente, de forma extrativista. Os frutos *in natura* são utilizados na alimentação humana, na fabricação de doces, compota, suco, refresco, vinho e aguardente. Este estudo tem como objetivo avaliar os acessos do Banco Ativo Germoplasma de Jenipapo da Embrapa Tabuleiros Costeiros (BAG de jenipapo) utilizando descritores morfoagronômicos. O BAG se encontra no município de Nossa Senhora das Dores-SE e é composto por 28 acessos representados por 254 indivíduos. Na obtenção dos dados foram observados e mensurados os descritores para caule, folhas, copa e presença de frutos, sendo também calculados os índices de proporção da copa, grau de esbeltez, índice de saliência, de abrangência e formal de copa, e depois foram codificadas em tabelas, obtendo-se uma porcentagem de sobrevivência superior a 70% dos indivíduos. Foram observadas características específicas a um único acesso como tronco liso, presença de tricomas e distribuição de ramificação horizontal e nos resultados dos índices indicaram acessos que apresentam boa vitalidade, estabilidade, qualidade da área e de produtividade. Observou-se que o acesso AR3 apresentou maior proporção da copa demonstrando vigor. O uso dos descritores mínimos para avaliação do BAG de jenipapo foi eficiente e poderá direcionar futuras pesquisas na área de recursos genéticos e melhoramento de plantas.

Palavras-chave: *Genipa americana* L., frutas nativas, descritores morfoagronômicos.

* Comitê Orientador: Ana Veruska Cruz da Silva – Embrapa Tabuleiros Costeiros/ PPGAGRI-UFS (Orientadora).

ABSTRACT

SANTOS, Cleverton Alves. **Ex situ conservation and core descriptors application for characterization jenipapo genebank.** São Cristóvão: UFS, 2022. 47p. (Dissertation - Master of Science in Agriculture and Biodiversity). *

Jenipapo (*Genipa americana* L.) is a plant native to Brazil, has wide use and is still cultivated in an extractive way. The fresh fruits are used in human food, in the manufacture of sweets, jam, juice, soft drinks, wine and brandy. This study aims to evaluate the accessions of the Jenipapo Genebank of Embrapa Tabuleiros Costeiros (Jenipapo Genebank) using morphoagronomic descriptors. The Genebank is located in the municipality of Nossa Senhora das Dores - SE, and is composed of 28 accessions represented by 254 plants. In obtaining the data, the characteristics of the stem, leaves, crown and presence of fruits were observed and measured, as well as the indices of crown proportion, degree of slenderness, salience index, coverage and crown formal and then they were coded in tables, obtaining a percentage of survival superior to 70% of the individuals. Specific characteristics of a single accession such as smooth trunk, presence of trichomes and distribution of horizontal branching were observed and the index results indicated accessions that present good vitality, stability, area quality and productivity. It was observed that accession AR3 had a higher proportion of the crown, demonstrating greater vitality. The use of descriptors minimal for the evaluation of the genebank was efficient and could direct future research in the area of genetic resources and plant breeding.

Key-words: *Genipa americana* L., genetic resources, Brazilian fruits, morphometry.

* Supervising Committee: Ana Veruska Cruz da Silva – Embrapa Tabuleiros Costeiros/PPGAGRI-UFS.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O jenipapeiro (*Genipa americana* L), pertencente à família Rubiaceae, é uma planta encontrada em quase toda a América Latina, entre o México e o Brasil. Os frutos são comumente conhecidos como jenipapo, que em tupi-guarani significa “fruto que serve para pintar”. No Brasil é encontrado em praticamente todos os biomas, com exceção do bioma Pampa (SILVA et al., 2015; CARDOSO et al., 2019).

É uma árvore de alto porte (10 a 15 metros) que possui caule reto, folhas verde-escuras, flores amarelo-ouro e frutos em forma de baga ovoide, ao redor das sementes tem polpa marrom claro. O fruto *in natura* é comestível e utilizado no preparo de doces, refrigerantes e vinho. É rico em ferro, vitaminas B1, B2, B5 e C, cálcio e carboidratos. Popularmente, é utilizado para o tratamento de várias doenças como problemas respiratórios, inflamatórios e sanguíneos. Quando verde, o fruto fornece um suco azul, utilizado como corante. Inicialmente transparente, se torna preto quando oxidado e, em contato com a pele, apresenta consistência de tinta e deixa manchas que desaparecem espontaneamente após uma semana ou mais (MOURA et al., 2016).

O Brasil apresenta avanços em estudos e usos de espécies florestais e frutíferas nativas, principalmente aquelas que proporcionam múltiplos produtos. Com tendência de sua inserção nessa mesma perspectiva, o jenipapeiro apresenta potencial para ser explorado em diversos usos no âmbito socioeconômico ou ambiental (SACRAMENTO et al., 2014).

Genipa americana devido à pouca informação do comportamento ecológico e silvicultural dessa espécie em plantios florestais tem dificultado o cultivo do jenipapeiro para diversas finalidades, e através do estudo das características do jenipapeiro permitirá compreender sobre o estabelecimento e desenvolvimento de plantios florestais e de sistemas de manejo. Pois estas informações são importantes para a ampliação dos programas de reflorestamento e melhoramento da espécie (SACRAMENTO et al., 2014) e de colheita sustentável (SILVA et al., 2014).

A expansão de fronteiras agrícolas e a urbanização, as principais causas da redução das matas ciliares no estado de Sergipe, vem ocasionado diminuição no número de indivíduos, gerando perda da variabilidade genética valiosa e ainda não mensurada. O jenipapeiro, não diferente das outras árvores nativas, encontra-se, também, dentro dessa problemática (RABBANI et al., 2012).

Nesse contexto, os Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) são considerados uma opção para a conservação dos recursos genéticos. Além de conservar, possuem como principais objetivos conhecer e ampliar a variabilidade, mantendo uma coleção de materiais distintos da espécie promovendo a conservação e provendo materiais com variabilidade para os programas de melhoramento genético, estudando o nível de variabilidade nestas coleções (OLIVEIRA et al., 2018).

Dentre as atividades de manejo, a caracterização do germoplasma é uma das principais, e constitui a descrição e o registro de características morfológicas, citogenéticas, bioquímicas e moleculares do indivíduo, as quais sua expressão deve ser pouco influenciada pelo ambiente em que está inserido (VICENTE et al., 2006).

Para uma melhor descrição pode-se usar ferramentas como os descritores morfológicos de alta herdabilidade, visíveis e mensuráveis, sendo estes pouco influenciados pelo ambiente, devem ser aplicados aos acessos para discriminar ou identificar duplicações. E a sua avaliação agrônômica pode ser direcionada a aspectos de interesse da agricultura para a cultura específica, por exemplo, resistência às doenças, a estresses abióticos, produtividade, rendimento e inclusive em programas de melhoramento genético (BURLE, 2019).

A utilização dos marcadores morfológicos é de fundamental importância para a caracterização e estimativa genética entre os acessos. Em Figueira (*Ficus carica* L.), Rodrigues et al. (2019) selecionaram caracteres para serem usados no melhoramento genético. Em germoplasma de mangabeira (*Hancornia speciosa*), os dados obtidos na caracterização foram utilizados para elaboração de estratégias de conservação e direcionamento de futuras pesquisas de melhoramento genético (SILVA et al., 2020).

O BAG Jenipapo da Embrapa Tabuleiros Costeiros foi implantado em 2009, e desde então é avaliado anualmente. Essas avaliações anteriores permitiram a publicação do Manual dos descritores para espécie, em 2020 (SILVA, LEDO e SILVA JÚNIOR., 2020), com o objetivo de avaliar o enriquecimento, desenvolvimento e a caracterização dos acessos que compõem esse germoplasma.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais do jenipapeiro

O jenipapeiro é uma espécie arbórea, com potencial socioeconômico e ambiental (FERIAS et al., 2020; SANTOS et al., 2017). Praticamente todas as partes da árvore são aproveitadas (SILVA et al., 2018a), a madeira, folhas e o fruto podem contribuir para a renda de pequenos agricultores. A espécie é também recomendada para recuperação de áreas degradadas (FERIAS et al., 2020), na composição em áreas de preservação permanentes e em sistemas agroflorestais (SANTOS et al., 2017).

Os frutos *in natura* são utilizados na alimentação humana, na fabricação de doces, compotas, sucos, refrescos, vinhos, aguardentes, frutas secas (SILVA et al., 2018a), bebidas lácteas e produtos de panificação (STRIEDER et al., 2020). Na farmacopeia amazônica, são utilizados para tratar anemia, sarampo e câncer uterino. Também têm ação diurética, digestiva, cicatrizante, laxante e antisséptico (DICKSON et al., 2020). Apresentam pequenas moléculas, como genipina, genipaol, geniposídeo e a ranolazina, que podem atuar como redutores e também como estabilizadores na síntese rápida de nanopartículas de ouro (KUMAR et al., 2016).

Através do jenipapo podem ser produzidos biossurfactantes, considerados uma das alternativas aplicadas na remediação de ambientes contaminados por petróleo e seus derivados, pelas indústrias (ALMEIDA et al., 2017) e por cromo (SANTANA et al., 2012).

O fruto verde é uma fonte de iridoides e antioxidantes naturais (NÁTHIA-NEVES et al., 2017). Os principais iridoides detectados são: genipina, genipina, 1- β -gentiobiosídeo (NERI-NUMA et al., 2019) e genipósido (NERI-NUMA et al., 2018), e apresenta propriedades antioxidantes, anti-inflamatória e anticâncer (STRIEDER et al., 2021), bem como indução de apoptose em células de leucemia (NERI-NUMA et al., 2019), também apresenta capacidade de reticulação, que atrai o campo da engenharia de tecidos, no uso para restaurar cartilagem, osso, músculo esquelético (WANG et al., 2020), além de ser capaz em eliminar radicais DPPH, ABTS e peroxil, tendo o potencial de exercer um efeito citostático contra as linhas de células de glioma de câncer de mama (NERI-NUMA et al., 2020).

O corante azul extraído do fruto apresenta um potencial para indústria alimentícia e farmacêutica (NERI-NUMA et al., 2020). Já era utilizado pelos indígenas da América do Sul em seus rituais como pintura corporal (BIRCHER et al., 2017), e atualmente tatuadores utilizam como matéria-prima nas tatuagens temporárias (WATON et al., 2017).

As folhas do jenipapeiro contêm glicoconjugado rico em arabinogalactano com ácido urônico, possuindo função antiplaquetária e anticoagulante, tanto em via intrínseca como via comum e efeitos antitrombóticos, com baixo risco hemorrágico (MEDEIRA et al., 2018). Nonato et al. (2018) verificaram que polissacarídeos das folhas de jenipapeiro extraídos em NaOH e etanol absoluto contêm heteropolissacarídeo, que possui efeito antioxidante e anticonvulsivante, e proporcionou o efeito neuroprotetor na morfologia cerebral. E elas também são utilizadas na medicina natural para combate a infecções bacterianas, e os polissacarídeos presentes nelas são eficientes no combate ao protozoário *Trypanosoma cruzi* (SOUZA et al., 2018).

O extrato hidroalcólico possui efeito antimicrobiano contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Candida albicans* (SANTOS et al., 2017) e o extrato bruto teve efeito no combate ao controle do *Rhipicephalus microplus* (BISPO et al., 2020). Além disso, Jesus et al. (2020) sugerem que os compostos do óleo

essencial e do extrato metanólico de folhas do jenipapeiro possuem potencial para auxiliar o controle do ácaro-da-necrose em plantações de coco.

A casca contém lactina e os principais compostos secundários no extrato aquoso são saponinas, taninos e esteroides. Esse extrato tem efeito inseticida contra *Trimbolem castaneum*, podendo ser utilizado em estratégia de manejo integrado para controle de pragas (LIMA et al., 2020).

A madeira possui viabilidade técnica para produção de painéis de colagem lateral (CAMPELO et al., 2017) e pode ser utilizada como madeira náutica.

Além de todo seu uso alimentício e medicinal, o jenipapeiro tem papel importante na restauração das margens dos rios ou em áreas suscetíveis à inundação (BRANDANI et al., 2018).

2.2 Recursos genéticos do jenipapeiro

A devastação das áreas naturais ameaça a integridade dos recursos genéticos, ocasionando alterações significativas no padrão de trocas gênicas e resultando em modificações na variabilidade e estrutura genética das espécies. São necessárias ações de conservação desses recursos, como a criação de bancos de germoplasma (SILVA et al., 2020).

A conservação *ex situ* de germoplasma de fruteiras nativas e adaptadas no Nordeste é extremamente limitada diante da diversidade de espécies e da variabilidade intraespecífica existentes. Na região Nordeste do Brasil estão catalogados 126 germoplasmas. Em relação ao jenipapo, existem o Banco Ativo de Germoplasma de Fruteiras Nativas, da Universidade Federal do Recôncavo Baiano, em Cruz das Almas, BA e o Banco Ativo da Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Nossa Senhora das Dores, SE (RGVNe, 2022). Na região do estado de São Paulo, localizado em Rosana, foi criado o BAG em novembro de 2020, contendo 30 progênies de *Genipa americana* coletadas de áreas inundadas pelo Reservatório Engenheiro Sérgio Motta (MELO, 2016).

Devido sua relevância tanto ecológica quanto socioeconômica, seu alto potencial e a necessidade de conservação de sua variabilidade genética, foi implantado, pela Embrapa Tabuleiros Costeiros, o Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo (BAG Jenipapo) em 2009, na Estação Experimental Jorge do Prado Sobral, no município de Nossa Senhora das Dores, SE.

As coletas para formação e introdução de acessos ocorreram em populações naturais dos estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais e Sergipe. Atualmente, o BAG de Jenipapo é constituído por 254 genótipos distribuídos em 28 acessos. Nele constam 244 genótipos da espécie *Genipa americana* e 10 da espécie *Genipa infundibuliformis*. Em 2014 o BAG foi reconhecido como fiel depositário da espécie pelo Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN) (Nº de credenciamento 120/2014/SECEX/CGEN) (SILVA et al., 2020).

2.3 Descritores morfoagronômicos

Os descritores morfológicos são ferramentas importantes no estudo dos recursos genéticos de uma espécie, sobretudo de caracterização e avaliação de germoplasma para subsídio aos programas de melhoramento genético (SILVA et al., 2017) e na conservação *in situ* e *ex situ* (SILVA et al., 2020).

Dependendo da espécie e do interesse da pesquisa, os descritores morfológicos podem ser escolhidos para atingir o interesse do estudo. Mas eles devem apresentar alta herdabilidade, visíveis e mensuráveis, sendo estes pouco influenciados pelo ambiente (BURLE, 2019).

Segundo Bianchi et al. (2016), a distribuição da espécie pode causar uma variação morfológica, mas também uma variação na constituição química dos frutos. Realizando a caracterização morfológica e química de frutos de acessos de cambucizeiro, os resultados desses autores foram importantes na seleção de indivíduos superiores para uso em futuros programas de incentivo da produção e consumo de cambuci, bem como a produção de mudas clonais.

Para acessos de pimenta (*Capsicum*), Bianchi et al. (2016) realizaram a caracterização morfoagronômica e estimaram a divergência genética do banco ativo de germoplasma do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre. Foram caracterizados 30 acessos com base em dez descritores morfológicos, sendo observado que o diâmetro do fruto (20,19%) e a altura da planta (19,46%) foram os que mais contribuíram para divergência total (39,65%) entre eles, demonstrando a existência de alta variabilidade genética.

Rodrigues et al. (2019) realizaram a caracterização do banco ativo de germoplasma da cultura da figueira (*Ficus carica* L.) por meio de descritores morfológicos de 45 acessos de figo, na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Campus de Dracena, FCAT/UNESP, visando ao reconhecimento da qualidade e da potencialidade da variação genética da espécie utilizando as características morfológicas de folhas e frutos, que proporcionou a probabilidade da seleção de caracteres para futuros trabalhos de conservação e de melhoramento genético.

Apesar da ampla distribuição geográfica e vegetativa, do potencial de uso de jenipapo, pouca informação é encontrada sobre descritores morfológicos. Recentemente Silva et al. (2020) publicaram o primeiro manual de descritores para a espécie, sendo atualmente a principal base para caracterizá-la.

Paiva et al. (2019) produziram 100 mudas a partir de dez matrizes de jenipapeiro localizados em Macaíba-RN e após 74 meses verificaram sobrevivência de 90%, o desenvolvimento médio de 10,2 cm em altura e 3,10 mm em diâmetro, sendo considerado um bom desenvolvimento, mesmo tendo enfrentado períodos com acentuado déficit hídrico, demonstrando ser uma espécie com boa resistência ao estresse hídrico.

Erbano et al. (2010) realizaram a caracterização macro e microscopicamente de folhas adultas e caules jovens de jenipapo e observaram folhas simples, opostas, de formato obovado a oblanceolado e pecíolos curtos. A epiderme foliar é uniestratificada e revestida por cutícula delgada e levemente estriada. Os estômatos são paracíticos e restritos à superfície abaxial. Há tricomas tectores uni e pluricelulares predominantemente na superfície abaxial. O mesofilo é dorsiventral. Em secção transversal, a nervura central é plano-convexa e o pecíolo é circular, ambos apresentando um feixe vascular colateral em disposição cilíndrica. O caule possui felogênio localizado nas camadas subepidérmicas, colênquima anelar e um cilindro floemático externo ao do xilema, sendo ambos percorridos por raios parenquimáticos estreitos. Ocorrem idioblastos contendo compostos fenólicos, areia cristalina e drusas de oxalato de cálcio na folha e no caule. O material foi coletado no Centro Nacional de Pesquisas de Florestas, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, que se localiza no município de Colombo-PR.

2.4 Usos e perspectivas do jenipapeiro

O Brasil possui uma grande variedade de frutas ricas em compostos bioativos, como o jenipapo. Tanto a casca quanto a polpa do jenipapo possuem componentes benéficos para a saúde, tornando o estudo desta fruta importante para o uso adequado de suas funcionalidades (FARIA et al., 2022).

A procura por produtos naturais e não lácteos impulsiona a indústria mundial de corantes alimentícios, despertando assim o interesse pelo jenipapo por apresentar um composto azul natural (genipina) que é encontrado na polpa verde do fruto (STRIEDER et al., 2021).

A Genipina é um precursor de compostos azuis naturais, além de apresentar propriedades anticancerígenas, antioxidantes e anti-inflamatórias (STRIEDER et al., 2021). Pode ser utilizada como fonte de coloração azul natural no tingimento de fibras de algodão obtendo excelentes resultados, que segundo Oliveira et al. (2022) pode ser aplicado na indústria têxtil.

A toxicidade dos extratos aquoso, etanólico e hexânico de jenipapo obteve resultados significativos que podem permitir o desenvolvimento de futuros produtos naturais utilizando os metabólitos secundários no controle de pragas, com impactos mínimos ao meio ambiente (PÉREZ et al., 2022).

No estudo de Gualberto et al. (2021) sobre os resíduos gerados na agroindústria, sugeriram o uso dos resíduos do jenipapo nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética, devidos às suas propriedades antioxidantes gerarem benefício à saúde humana.

Na folha de jenipapeiro identificaram dois iridoides: 1-hidroxi-7-(hidroximetil)-1,4aH,5H,7aH-ciclopenta[c]piran-4-carbaldeído e 7-(hidroximetil)-1-metoxi-1H,4aH,5H,7aH-ciclopenta[c]piran-4-carbaldeído; além de observarem a presença de flavonoides no extrato das folhas por Cromatografia em Camada Fina. Os autores enfatizaram a importância de continuar o estudo fitoquímico para identificação de mais metabólitos secundários e investigar novas aplicações biológicas para o extrato e essas moléculas (ALVES et al., 2017).

Na casca do jenipapeiro foi encontrada lactina, contendo como os principais compostos secundários no extrato aquoso: saponinas, taninos e esteroides. Esse extrato teve efeito inseticida contra *Tribácio castaneum*, pode ser utilizado em estratégia de manejo integrado para controle de pragas. (LIMA et al., 2020).

A madeira do jenipapeiro pode ser utilizada na confecção de painéis de colagem lateral não estruturais e possui viabilidade técnica para produção desses painéis utilizados em ambientes secos, sendo recomendado para sua produção o adesivo EPI com gramatura de 220 g/m² e tempo de prensagem de 4 horas (CAMPELO et al., 2017).

Em sua pesquisa, Teixeira et al. (2021) elaboraram uma prospecção tecnológica e observaram que não há produtos ou formulação relacionando o jenipapeiro com atividades biológicas como cicatrização, antimicrobiana e antiparasitária, havendo notificação para sua ação antioxidante e antileucêmica do extrato do fruto. Não foi referenciada a produção de gel e microemulsão contendo extrato ou óleo do fruto, folha ou entrecasca de jenipapeiro. Com isto, o estudo mostra que há uma área ainda inexplorada sobre a potencialidade do jenipapeiro para diversos usos biológicos, não só para produção de corante a partir do pigmento azul do fruto.

2.5 Cronologia do BAG Jenipapo: treze anos de conservação e pesquisa científica

Várias pesquisas foram realizadas ao longo dos 14 anos de existência do BAG Jenipapo, todas com o objetivo de pautar a importância do BAG de jenipapo, como também despertar a comunidade científica sobre seu amplo potencial de uso.

Paralelamente à formação do BAG, Silva et al. (2009) realizaram a caracterização físico-química de frutos de jenipapo colhidos em dois estádios de maturação e concluiu que o estágio de maturação influencia as características físico-químicas de jenipapo e os frutos maduros apresentam maiores teores de SS e ATT e menores teores de vitamina C e pH.

Em 2013, vários trabalhos foram publicados na linha da cultura *in vitro* de plantas, a fim de criar um protocolo eficiente para multiplicação e conservação do jenipapeiro. Assim, garantindo uma plantação homogênea, pois é o que se espera de uma produção agrícola moderna. O manitol nas concentrações estudadas (0; 5; 10; 15 e 20 g L⁻¹) não promoveu desaceleração do crescimento das plântulas de jenipapeiro acesso NB (LEDO et al., 2013). Concentrações superiores a 20 g L⁻¹ de manitol são necessárias para avaliar o seu efeito sobre a redução do crescimento de plântulas de jenipapeiro.

Sobre o efeito do ácido abscísico (ABA) no crescimento de plântulas *in vitro* do acesso Núcleo Bandeirante (NB) para estabelecimento de coleções *in vitro*, Ledo et al. (2013) observaram que o ABA promoveu a redução do número de folhas viáveis das plântulas, e pode ser promissor para desenvolvimento de protocolos de conservação por crescimento lento.

No estudo de Almeida et al. (2013) avaliou-se o efeito de diferentes meios de cultura na germinação *in vitro* de sementes de jenipapo provenientes de população natural do povoado Oiteiros em Nossa Senhora das Dores-SE (acesso OT), nas quais foram testadas diferentes variações de sais MS e sacarose. Os pesquisadores concluíram que a ausência de sais e de sacarose induziu maior porcentagem de germinação de plântulas normais e menor comprimento da parte aérea de plântulas. A metade da concentração de sais MS na presença de 30 g L⁻¹ sacarose favorece o desenvolvimento da parte aérea das plântulas do acesso OT e o tempo de cultivo *in vitro* influencia a porcentagem de germinação de jenipapeiro até os 120 dias.

Em 2014 foi publicado o primeiro trabalho sobre diversidade genética do BAG Jenipapo da Embrapa. O estudo realizado por Silva et al. (2014) forneceu os primeiros dados sobre a diversidade genética e estrutura do Banco de Germoplasma de Jenipapo utilizando marcadores de repetição de sequência simples (ISSR). Avaliaram 160 genótipos oriundos de populações nativas utilizando 12 primers ISSR, que geraram 123 fragmentos polimórficos, com a formação de quatro agrupamentos, sendo o genótipo CR1-2 o mais divergente. Os autores sugeriram haver ampla diversidade genética no referido BAG.

Em 2015, Silva et al. (2015) tentaram identificar o sexo do jenipapeiro utilizando marcadores RAPD. Para isso, utilizaram DNA de genótipos coletados em Arauá, SE, que foram selecionados de acordo com o sexo - cinco fêmeas e cinco machos. Embora não tenha sido possível obter a marca molecular desejada, o estudo contribuiu para a caracterização de genótipos nativos. Em relação à variação genética e às relações genéticas entre o jenipapo selvagem foram determinadas de forma eficiente usando marcadores RAPD contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de implementação de ações de conservação, programas de melhoramento e exploração comercial.

Paralelamente às ações de conservação em campo, pesquisas sobre conservação *in vitro* de jenipapeiro são constantes. Lédo et al. (2015) avaliaram os efeitos do ácido abscísico (ABA) e das concentrações de sal e açúcar em meio MS na redução do crescimento de jenipapeiro para conservação *in vitro*, bem como os efeitos da benzilaminopurina (BAP) na fase de rebrota, sendo que as culturas *in vitro* de jenipapo podem ser conservadas por cinco meses em meio MS e ½ MS mais 30 g L⁻¹. Os efeitos da benzilaminopurina no meio de rebrota levou a uma maior resposta morfogênica em explantes retirados de plantas em condições de crescimento lento. Os segmentos nodais apicais, mediais e basais apresentaram potencial morfogênico durante a fase de rebrota. O estudo se tornou uma importante contribuição científica e uma referência para a conservação *in vitro* do germoplasma da espécie.

Ainda em 2015, Sá et al. (2015c) avaliaram o efeito de diferentes tempos de desidratação em câmara de fluxo laminar e tempos de imersão em solução crioprotetora

(MS+0,5M de sacarose) na capacidade regenerativa de ápices caulinares de jenipapo para estabelecimento de futuros protocolos de criopreservação. Os ápices caulinares foram obtidos de plântulas (acesso Oiteiro) germinadas e cultivadas *in vitro*. Os explantes foram encapsulados e submetidos a diferentes tempos de imersão em solução crioprotetora e tempos de desidratação em câmara de fluxo laminar. A crioproteção e a desidratação não alteraram a viabilidade dos ápices caulinares de jenipapeiro encapsulados ou não encapsulados. A imersão em solução crioprotetora e a desidratação em câmara de fluxo laminar apresentam potencial para uso em futuros trabalhos de criopreservação por encapsulamento e desidratação.

Outro estudo de Sá et al. (2015b) avaliou o comportamento de três acessos de jenipapeiro coletados do povoado Sabinópolis, Siriri, SE (acesso SA), da cidade Cruz das Almas, BA (acesso CZA), e do Núcleo Bandeirante, DF (acesso NB) quanto à rizogênese *in vitro* e ao substrato ideal na fase de aclimatização das mudas, sendo que todas as concentrações avaliadas de soluções de ácido indolbutírico (0, 400, 600 e 800 mg L⁻¹) induziram a rizogênese em mudas micropropagadas de jenipapeiro. Já entre os substratos (S1- composto por areia lavada + pó da casca do coco seco, na proporção 1:1, em volume e, S2- substrato comercial Topstrato HT Hortaliças), concluiu-se que o substrato S1 pode ser recomendado para o acesso AS e o substrato S2 para o acesso CZA. Ambos os substratos podem ser recomendados para o acesso NB.

Almeida et al. (2015) estudaram as respostas morfogenéticas de explantes de jenipapeiro em diferentes condições de cultura *in vitro* para subsidiar futuros protocolos de multiplicação e produção *in vitro* de metabólitos secundários. Após 90 dias de cultivo, as plântulas de jenipapeiro foram segmentadas (segmentos nodal e foliar) e transferidas para meio MS suplementado com 30 g L⁻¹ de sacarose e diferentes concentrações de 2,4-Diclorofenoxiacético - 2,4-D (0; 4 e 8 mg L⁻¹) combinadas com quatro concentrações de benzilaminopurina-BAP (0; 1; 2 e 3 mg L⁻¹). Aos 120 dias a porcentagem de explantes com resposta morfogenética quanto à formação de calos e/ou organogênese foi avaliada. O 2,4-D nas concentrações de 4 e 8 mg L⁻¹ induziram aumento na resposta morfogenética, principalmente na formação de calos, segmentos foliar e nodal do acesso SIR. O BAP a 1,77 mg L⁻¹ induziu maior formação de calos em segmentos foliares e maior regeneração de brotos nos segmentos foliar e nodal.

A caracterização morfológica do BAG foi publicada por Vitória et al. (2015). Na ocasião haviam 227 genótipos, representado por 24 acessos. Foram observados que 13 dos 24 acessos, obtiveram taxa de sobrevivência de 100%, variando entre 80% a 100%. Evidenciaram que a maioria das folhas eram lanceoladas (48%) ou oblonga (35%), indicando variabilidade entre os acessos e as avaliações foram continuadas a cada 6 meses, com a finalidade de selecionar indivíduos com características interessantes, como sobrevivência e altura, além de garantir a conservação, manutenção e desenvolvimento da espécie.

Em 2016 foram publicados estudos sobre culturas de tecidos e avaliação dos compostos químicos do óleo essencial da folha do jenipapeiro.

A composição química do óleo essencial das folhas desses acessos foi primeiramente realizada por Jesus et al. (2016). Nesse estudo foram identificadas altas concentrações de monoterpenos, tendo como componente majoritário uma cetona de cadeia longa.

Dando continuidade às pesquisas com cultura de tecidos, Oliveira et al. (2017) avaliaram o potencial morfogenético *in vitro* de embriões zigóticos de jenipapo, nos quais foram coletadas sementes que tiveram seus embriões zigóticos excisados e inoculados em meio MS com 4,44μM de 6-benzilaminopurina (BAP) suplementado com 0,0; 1,07; 2,14 e 3,21μM de ácido naftaleno acético (ANA). O potencial de regeneração dos explantes e

o comprimento da parte aérea e o número de folhas nas plântulas formadas foram avaliados. Notaram que é possível a regeneração *in vitro* de jenipapeiro a partir da conversão de embriões zigóticos em meio MS com 4,44 μ M de BAP, suplementado com 3,21 μ M de ANA. Os autores sugeriram novas pesquisas visando melhorar a expressão morfogenética de embriões zigóticos de jenipapo.

Assunção et al. (2017) avaliaram as características morfológicas dos acessos do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Jenipapo da Embrapa Tabuleiros Costeiros, no período de 2016 a 2017. Os indivíduos apresentaram em média 2,31 m de altura, com destaque para o acesso CR3.3 (6,5 m de altura; 30,5 cm de circunferência à altura do peito e 9,71 cm de diâmetro à altura do peito). As folhas do jenipapeiro, em sua maioria, evidenciaram um formato de característica elíptica, de coloração verde, e borda da folha crenada. Com exceção do acesso BA, composto pela espécie *Genipa infundibuliformis*, que apresentou folha espalmada com a borda partida. A lâmina foliar apresentou em média 22,63 cm de comprimento; largura de 9,06 cm e comprimento do pecíolo de 0,84 cm. Em setembro de 2016 foi observada a primeira frutificação do BAG no acesso CA, com apenas dois frutos. Em dezembro do mesmo ano, os acessos AR3.6 e VC.3 também frutificaram pela primeira vez, com apenas um fruto em cada planta.

Os estudos publicados em 2018 reportaram sobre a emergência e o crescimento de mudas, culturas de tecidos e a confecção de um capítulo do livro Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial.

Silva et al. (2018) analisaram a emergência e o crescimento de mudas cultivadas em seis substratos, sendo eles T1 (solo adubado), T2 (solo adubado + fibra de coco), T3 (solo adubado + areia), T4 (areia + fibra de coco), T5 (esterco bovino + fibra de coco) e T6 (esterco bovino + areia) e, dentre eles, os que apresentaram maior eficiência para produção de mudas de jenipapo foram os substratos: T1, T2, T3 e T6.

Oliveira et al. (2018) induziram calos em três acessos do BAG (NB, SA e SAL), utilizando cinco concentrações de 2,4-D (0,0; 2,0; 4,0; 6,0 ou 8,0 mg L⁻¹) e dois tempos de avaliação (30 e 60 dias). Os calos derivados de segmentos foliares apresentaram crescimento mais lento em relação aos segmentos nodais, e a indução de calos foi possível em segmentos foliares em meio MS com 2,0 mg L⁻¹ de 2,4-D. Os calos obtidos de segmentos nodais de NB e SA apresentam melhor resposta de indução em concentração de 4,0 mg L⁻¹ e para SAL, em 2,0 mg L⁻¹ de 2,4-D. A curva de crescimento de calos derivados de explantes foliares apresentaram um padrão linear, com duas fases de crescimento distintas. Quando se observou a curva de crescimento foi necessária a transferência para um novo meio de cultura, 40 dias após à inoculação dos calos nodais do SA.

Silva et al. (2018) contribuíram para confecção do livro Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial 'Plantas para o Futuro: Região Nordeste', com a elaboração do capítulo '*Genipa americana*'. Foi relatada a criação do Banco Ativo Germoplasma de Jenipapo, sua importância para conservação da espécie e da necessidade da ampliação das áreas de coleta para outras regiões do país, desta forma colaborando para uma maior diversidade genética no BAG.

Em populações naturais de Sergipe, Cardoso et al. (2019) avaliaram a diversidade genética de 73 indivíduos de 15 populações naturais do estado, utilizando marcadores ISSR. A diversidade genética encontrada foi considerada intermediária.

Ampliando a forma de uso do BAG Jenipapo, em 2019 foram realizados estudos sobre os efeitos do óleo essencial obtido das folhas do jenipapeiro contra a praga *Aceria guerreronis* Keifer por Jesus et al. (2019). Foi avaliada a composição química do óleo essencial obtido das folhas e sua bioatividade contra *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae), uma grave praga de áreas de produção de coco em todo o mundo. O óleo

mostrou predominância de sesquiterpenos, seguido de monoterpenos, aldeídos e ácidos graxos e apresentou efeitos de toxicidade e repelência ao ácaro do coco. Tem potencial para ser desenvolvido como um produto natural, com atividade acaricida a fim de auxiliar no controle do ácaro-do-coqueiro.

Dando continuidade à sua linha de pesquisa, Jesus et al. (2020) utilizaram extratos metanólicos das folhas de jenipapeiro para avaliar sua toxicidade, persistência e propriedade de repelência contra o ácaro-praga do coqueiro (*Aceria guerreronis* Keifer), tendo como compostos majoritários: genipina e geniposido. Os bioensaios de concentração mortalidade revelaram uma forte atividade acaricida dos extratos metanólicos foliares do jenipapeiro contra o ácaro do coco ($LC_{50} = 0,60 \text{ mg.ml}^{-1}$; e $LC_{90} = 16,69 \text{ mg.ml}^{-1}$). Além disso, a concentrações padrão ($0,6 \text{ mg.ml}^{-1}$) de genipina ou geniposide mataram 50% e 62% do *A. guerreronis*, respectivamente, após 24 horas de exposição, tendo sua maior concentração nas primeiras 12 horas após a pulverização, significando que os extratos metabólicos foliares de jenipapeiro podem ser considerados uma alternativa para auxiliar no controle integrado do ácaro do coqueiro em coqueirais.

A publicação do primeiro manual de descritores da espécie ‘Descritores para o jenipapeiro’ (Silva et al., 2020) foi de extrema importância no auxílio na descrição morfológica da espécie e nas pesquisas de recursos genéticos.

Nascimento et al. (2020) avaliaram o efeito do tempo de desidratação sobre a capacidade regenerativa de eixos embrionários de dois acessos, Umbaúba e Núcleo Bandeirante. O acesso Umbaúba teve 100% de germinação em todos os tempos de dessecação antes da criopreservação e apresentou uma redução das variáveis de crescimento com o aumento do tempo de dessecação. O Núcleo Bandeirante foi mais sensível à dessecação com 10% de germinação em 20 h e não foi influenciado pelo tempo.

O efeito da auxina 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D) na calogênese de segmentos foliar e nodal de jenipapeiro foi estudado por Oliveira et al. (2020) em três acessos. Os autores verificaram que calos provenientes de segmentos foliares apresentaram um crescimento mais lento em relação aos de segmentos nodais, e sugerem que estudos complementares devem ser conduzidos para melhor eficiência da calogênese *in vitro*.

As pesquisas em 2021 abordaram sobre frutificação e qualidade dos frutos do BAG, diversidade genética e cultura de tecidos, evidenciados nas citações seguintes.

Lima et al. (2021) avaliaram o período de frutificação e os atributos de qualidade dos primeiros frutos do BAG, e realizou o Diagnóstico Rápido Participativo sobre a cadeia produtiva da espécie. Devido às plantas do BAG terem diferentes idades, foi observado que apenas oito dos 26 acessos frutificaram, no período de agosto de 2019 a maio de 2020. Para os consumidores e comerciantes, a coloração dos frutos foi o principal atributo para a compra, sendo a polpa branca indicativa de suculência e sabor. Os autores enfatizam dar continuidade às pesquisas de caracterização do BAG Jenipapo, incluindo a composição e atributos de qualidade dos frutos.

Melo et al. (2021) avaliaram o fluxo gênico e a diversidade genética de jenipapo em população natural e numa área de progênies. O padrão de dispersão de pólen foi fortemente leptocúrtico, que sugere uma dispersão de pólen a longa distância (média de 179 m). Os indivíduos avaliados podem ser utilizados, principalmente os da população natural.

Nascimento et al. (2021) avaliaram o efeito de reguladores de crescimento na indução *in vitro* de calos, visando obter um protocolo para embriogênese somática. A combinação de 4,0 mg/L de ANA e 4,0 mg/L de BAP foram eficientes para a calogênese e a formação de calos tipo 1 (calo com potencial embriogênico), sendo também a combinação mais econômica.

Devido ao reconhecido do uso popular do jenipapo, e por ser uma fonte de moléculas com potencial biológico, pesquisas de conservação, uso sustentável, *marketing*, etnobotânica, etnofarmacologia, química de alimentos, farmacologia e genômica são necessárias. Como também pesquisas com o intuito de gerar produtos sustentáveis e de baixo custo estão dentro do interesse mundial. Além de estudos dentro da compreensão da quimiodiversidade desta espécie em particular, que possui uma enorme variedade de compostos (JESUS et al., 2019).

Assim, os estudos sobre o jenipapeiro encontram-se em linha de desenvolvimento em diversas áreas, pois a espécie apresenta grande potencial para contribuição social, ambiental e econômica por apresentar diversidade em suas propriedades.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J. S. F.; MEDEIROS, L. A.; FERNANDES-PEDROSA, M. F.; ARAÚJO, R. M.; ZUCOLOTTI, S. M. Iridoids from leaf extract of *Genipa americana*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.27, p.641-644, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2017.03.006>
- ALMEIDA, C. S.; LÉDO, A. S.; ARAÚJO, A. G.; SILVA, A. V. C.; SILVA JUNIO, J. F.; SANTOS, J. E.; RIBEIRO, M. M. J.; VILANOVA NETA, J. L. Efeito do meio de cultura na germinação in vitro do jenipapeiro. **Scientia Plena**, v.9, n.10, p.1-6, 2013.
- ALMEIDA, C. S.; SILVA, A. V. C.; ARAÚJO, A. G.; LÉDO, A. S. Respostas morfogênicas de jenipapeiro em diferentes condições de cultura in vitro. **Revista Caatinga**, v.28, n.1, p.58-64, 2015.
- ALMEIDA, F. C. G.; SILVA, N. M. P. R.; MEIRA, H. M.; JARA, A. M. T.; LUNA, J. M.; SARUBBO, L. A. Physico-Chemical properties of the biosurfactant obtained from fruit extract of *Genipa americana* L. and *Tamarindus indica* L. and its application in oil removal. **Chemical Engineering Transactions**, v.57, p.1549-1554, 2017. DOI: 10.3303/CET1757259
- ASSUNCAO, D. A.; NASCIMENTO, A. L. S.; CARDOSO, M. N.; SILVA, A. V. C. Enriquecimento de caracterização do banco de germoplasma de jenipapeiro em Sergipe. In: **Anais...VI Seminário de iniciação científica e pós-graduação da Embrapa Tabuleiros Costeiros**, v.1, 2017. p.13.
- BIANCHI, P. A.; DUTRA, I. P.; MOULIN, M. M.; SANTOS, J. O.; JÚNIOR, A. C. S. Caracterização morfológica e análise da variabilidade genética entre acessos de pimenta. **Ciência Rural**, v.46, n.7, p.1151-1157, 2016. Doi.org/10.1590/0103-8478cr20150825
- BIRCHER, A. J. B.; SIGG, R.; HOFMEIER, K. S.; SCHLEGEL, U.; HAURI, U. Allergic contact dermatitis caused by a new temporary blue-black tattoo dye – sensitization to genipina from jagua (*Genipa americana* L.) fruit extract. **Contact Dermatitis**, v.77, p.374–378, 2017. doi:10.1111/cod.12844
- BISPO, J. L. P.; ALMEIDA, E. C.; NUNES, D. M. Efeito do extrato bruto de jenipapo (*Genipa americana*) no controle do carrapato bovino *Rhipicephalus* (*Boophilus*)

microplus. **Research, Society and Development**, v.9, n.9, e481997308, 2020. DOI: Doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7308

BRANDANI, J. Z.; JUNGLOS, M. S.; SANTIAGO, E. F.; SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M. Are seeds of *Genipa americana* L. (Rubiaceae) tolerance to water submersion? **Floresta e Ambiente**, v.25, n.4, p. e20170764, 2018. Doi.org/10.1590/2179-8087.170764

BURLE, M. B. **Conservação de recursos genéticos vegetais na Embrapa – histórico e perspectivas futuras**. Comunicado Técnico, 206, EMBRAPA, Brasília, DF, 2019. ISSN 0102-0110.

CAMPELO, S.; IWAKIRI, S.; TRIANOSKI, R.; AGUIAR, O. R. Utilização da madeira de *Genipa americana* para produção de painéis de colagem lateral – egp. **Floresta**, v.47, n.1, p.129 - 135, 2017. DOI: 10.5380/ufv.v47i1.48453

CARDOSO, M. N.; NASCIMENTO, A.L.S.; OLIVEIRA, L.A.R.; ASSUNÇÃO, D.A.; MACHADO, C.A.; OLIVEIRA, A.C.A.; JESUS, A.S.; LÉDO, A.S.; ARCHIMINIO, R.S.; RABBANI, A.R.C.; SILVA, A.V.C. Genetic diversity in native *Genipa americana* (Rubiaceae) populations in Sergipe, Brazil, **Genetics and Molecular Research**, v.18, n.1, p. gmr18119, 2019. Doi.org/10.4238/gmr18119

DICKSON, L.; TENON, M.; SVILAR, L.; FRAÇA-BERTHON, P.; MARTIN, J-C.; ROGEZ, H.; VAILLANT, F. Genipap (*Genipa americana* L.) juice intake biomarkers after medium-term consumption. **Food Research International**, v. 137, p. 109375, 2020. Doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109375

ERBANO, M.; DUARTE, M. R. Morfoanatomia de folha e caule de *Genipa americana* L., Rubiaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, p. 825-832, 2010.

FARIA, T. S.; REIS, M. H. M.; SCHMIDT, V. C. R.; CARDOSO, V. L. Influence of extraction methods on phenolic compounds from pulp and peel of genipap (*Genipa americana* L.) fruit. **International Journal of Food Studies**, v.11, p. 38-50, 2022.

FERIAS, C. B. M.; CORREA, A. S. A.S.; SILVA, M. C. M.; CRUS, R. R.; RAMOS, L. P. M.; SOUSA, S. M. A. Estimação de características morfológicas de mudas de *Genipa americana* L. (Rubiaceae). **Scientific Electronic Archives**, v.13, n.11, p.25-29, 2020. Doi.org/10.36560/131120201107

GUALBERTO, N. C.; OLIVEIRA, C. S.; NOGUEIRA, J. P.; JESUS, M. S.; ARAUJO, H. C. S.; RAJAN, M.; NETA, M. T. S.L.; NARAIN, N. Bioactive compounds and antioxidant activities in the agro-industrial residues of acerola (*Malpighia emarginata* L.), guava (*Psidium guajava* L.), genipap (*Genipa americana* L.) and umbu (*Spondias tuberosa* L.) fruits assisted by ultrasonic or shaker extraction. **Food Research International**, v.147, p.110538, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110538>

JESUS, A. S. J.; SENA FILHO, J. G.; COELHO, C. R.; TEODORO, A. V.; SILVA, A. V. C.; JUMBO, L. V. Bioactivity of iridoids of *Genipa americana* against the coconut mite *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae). **Revista de Protección Vegetal**, v. 35, n.1, 2020.

JESUS, A. S.; SENA FILHO, J. G.; SAMPAIO, T. S.; SILVA, A. V. C. Composição química do óleo essencial das folhas de *Genipa americana* L. In: 8o Encontro de Pós-Graduação (8 EPG) da UFS, 2016, São Cristóvão. **Anais** do 8o Encontro de Pós-Graduação (8 EPG) da UFS. São Cristóvão: UFS. v. 1. p. 19, 2016.

JESUS, A. S.; SENA FILHO, J. G.; TEODORO, A. V.; CARDOSO, M. N.; NASCIMENTO, A. L. S.; LEDO, A. S.; SILVA, A. V. C. Conservation, utilization, genetic and chemodiversity of germplasm of genipap (*Genipa Americana* L.) in Brazil. **Current Trends in Biomedical Engineering & Biosciences**, v.18, n.4, CTBEB.MS.ID.555995, 2019.

KUMAR, B.; SMITA, K.; CUMBAL, L.; CAMACHO, J.; HEMÁNDES-GALLEGOS, E.; CHÁVEZ- LÓPEZ, M. G.; GRIJALVA, M.; ANDRADE, A. One pot phytosynthesis of gold nanoparticles using *Genipa americana* fruit extract and its biological applications. **Materials Science and Engineering C**, v.62, p.725–731, 2016. Doi.org/10.1016/j.msec.2016.02.029

LEDO, A. S.; ALMEIDA, C. S.; ARAUJO, A. G.; SILVA, A. V. C.; SILVA JUNIOR, J. F. Efeito do ácido abscísico na redução do crescimento in vitro do acesso de jenipapeiro Núcleo Bandeirante. **Revista Magistra**, v. 25, p. 296-297, 2013.

LEDO, A. S.; ALMEIDA, C. S.; ARAUJO, A.; SILVA, A. V. C.; SILVA JUNIOR, J. F. Efeito do manitol no crescimento in vitro de acesso de jenipapeiro dos Cerrados para fins de conservação. **Revista Magistra**, v. 25, p. 298, 2013.

LÉDO, A. S.; ALMEIDA, C. S.; SILVA, A. V. C.; SILVA JUNIOR, J. F.; ARAUJO, A. G. Medium-term conservation and regrowth of the tropical multipurpose species *Genipa americana*. **African Journal of Agricultural Research**, v 10, n.41, p.3885-3892, 2015. DOI: 10.5897/AJAR2014.8996

LIMA, J. K. A.; CHICUTA, C. P. L.; COSTA, M. M.; COSTA, M. L. A.; GRILLO, L. A. M.; SANTOS, A. F.; GOMES, F. S. Biototoxicity of aqueous extract of *Genipa americana* L. bark on red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst). **Industrial Crops and Products**, v.156, p.112874, 2020. Doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112874

LIMA, L. O. J.; SILVA, A. V. C. Avaliação da primeira frutificação do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo da Embrapa Tabuleiros Costeiros. In: **Anais...** Seminário de iniciação científica e pós-graduação da Embrapa Tabuleiros Costeiros, 10., 2021, Aracaju. p.14-17, 2021.

MEDEIRA, J. C.; SILVA, G. V. L.; BATISTA, J. J.; SARAIVA, G. D.; SANTOS, G.R. S.; ASSREUY, A. M. S.; MOURÃO, P. A. S.; PEREIRA, M. G. An arabinogalactan-glycoconjugate from *Genipa americana* leaves present anticoagulant, antiplatelet and antithrombotic effects. **Carbohydrate Polymers**, v.202, p.554–562, 2018. Doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.09.003

MELO, M. F. V. **Diversidade genética, estrutura genética espacial, sistema de reprodução e fluxo gênico em jenipapo (*Genipa americana* linnaeus) utilizando**

marcadores microssatélites. 2016. 64p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu-SP, 2016.

MELO, M. F. V.; SEBBENN, A. M.; ROSSINI, B. C.; SILVA, A. V. C.; RODRIGUES, C. J.; MARINO, C. L.; MORAES, M. L. T. de. Estimating genetic diversity, mating system and pollen dispersal to inform ex situ conservation of tree *Genipa americana* L. **Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization**, 2021.

MOURA, S. M. S.; SOUSA, S. R. S.; CONDE JUNIOR, A. M. *Genipa americana* L. prospecção tecnológica, **Jornal Interdisciplinar de Biociências**, v.1, n.2, 2016.

NASCIMENTO, L. L. P.; ANDRADE JUNIOR, J. I. R.; SILVA, A. V. C.; SANTOS, P. A. A.; LEDO, A. S. Calogênese de segmentos nodais de jenipapo. In: Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais, 2310., 2021. **Anais...** Unieduk, 2021.

NASCIMENTO, C. M.; OLIVEIRA, L. A. R.; SILVA, A. V. C.; CASTRO, E. M.; LÉDO, A. S. Long term conservation of embryonic axes of genipap accessions. **Scientia Plena**, v.16, p.020201, 2020. doi: 10.14808/sci.plena.2020.020201

NASCIMENTO, L. L. P.; ANDRADE JUNIOR, J. I. R.; SILVA, A. V. C.; SILVA JUNIOR, J. F.; LEDO, A. S. Efeito de ANA e BAP na calogênese de explantes foliares de jenipapeiro. In: Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais, 23.; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 10., 2021. **Anais...** Unieduk, 2021.

NÁTHIA-NEVES, G.; TARONE, A. G.; TOSI, M. M.; JUNIOR, M. R. M.; MEIRELES, M. A. A. Extraction of bioactive compounds from genipap (*Genipa americana* L.) by pressurized ethanol: Iridoids, phenolic content and antioxidant activity. **Food Research International**, v.102, p.595-604, 2017. [Doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.041](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.041)

NERI-NUMA, I. A.; ANGOLINI, C. F. F.; BICAS, J. L.; RUIZ, A. L. T. G.; PASTORE, G. M. Iridoid blue-based pigments of *Genipa americana* L. (Rubiaceae) extract: Influence of pH and temperature on color stability and antioxidant capacity during in vitro simulated digestion. **Food Chemistry**, v.263, p.300-306, 2018. [Doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.001](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.001)

NERI-NUMA, I. A.; DELLATORRE, A.; ORIANI, V. B.; FRANCH, G. C.; ANGOLINI, C. F. F.; DUPAS -HUBINGER, M.; RUIZ, A. L. T. G.; PASTORE, G. M. In vitro bioactivity approach of unripe genipap (*Genipa americana* L., Rubiaceae) fruit extract and its solid lipid microparticle. **Food Research International**, v. 127, p. 108720, 2019. [Doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108720](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108720)

NERI-NUMA, I. A.; PESSÔA, M. G.; ARRUDA, H. S.; PEREIRA, G. A.; PAULINO, B. N.; ANGOLINI, C. F. F.; RUIZ, A. L. T. G.; PASTOR, G. M. Genipap (*Genipa americana* L.) fruit extract as a source of antioxidant and antiproliferative iridoids. **Food Research International**, v.134, p.109252, 2020. [Doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109252](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109252)

- NONATO, D. T. T.; VASCONCELO, S. M. M.; MOTA, M. R. L.; SILVA, P. G. B.; CUNHA, A. P.; RICARDO, N. M. P. S.; PEREIRA, M. G.; ASSEUY, A. M. S.; CHAVES, E. M. C. The anticonvulsant effect of a polysaccharide-rich extract from *Genipa americana* leaves is mediated by GABA receptor. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v.101, p.181–187, 2018. [Doi.org/10.1016/j.biopha.2018.02.074](https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.02.074)
- OLIVEIRA, A. C. A.; MACHADO, C. A.; OLIVEIRA, L. A. R.; PADILHA, F. F.; SILVA, A. V. C.; LÉDO, A. S. Induction and growth curve of calli from leaf and nodal explants of genipap. **Bioscience Journal**, v. 34, p. 161-167, 2018.
- OLIVEIRA, A. C. A.; MACHADO, C. A.; OLIVEIRA, L. A. R.; SILVA, A. C.; LÉDO, A. S. In vitro morphogenic response from zygotic embryos of *Genipa americana*. **Ciência Rural**, v.47, n. 10, e20161028, 2017.
- OLIVEIRA, A. C. A.; SANTANA, R. V.; MACHADO, C. A.; OLIVEIRA, L. A. R.; PADILHA, F. F.; SILVA, A. V. C.; SILVA JUNIOR, J. F.; LEDO, A. S. **Calogênese in vitro a partir de explantes de jenipapeiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2020. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 149, 24p, 2020.
- OLIVEIRA, J. M. S. P.; SILVA, A. V. C.; MUNIZ, E. N. **Conservação Ex Situ de *Hancornia Speciosa* Gomes – o banco ativo de germoplasma da Embrapa Tabuleiros Costeiros**. 2018. 46p. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2018.
- OLIVEIRA, W. F.; VILA, N. T.; FERREIRA, A. J. S.; FIORI, S.; SILVA, M. G. Tingimento natural de algodão cationizado com extrato dos frutos de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Brazilian Journal of Development**, v.08, n.03, p.16946-16958, 2022. DOI:10.34117/bjdv8n3-096
- PAIVA, J. N.; BRAGA, R. S. S.; SANTANA, J. A. S.; CANTO, J. L. Crescimento e sobrevivência de *Genipa americana* L. no município de Macaíba (Rio Grande do Norte, Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.7, p.88-93, 2019.
- PÉREZ, J. C. B.; VALVERDE, I. R. T.; VÁSQUEZ-CASTRO, J. A. Bioensayos de toxicidad aguda de extractos vegetales con daphnia magna: un camino eficaz hacia el desarrollo sostenible. **Biotech & Engineering**, v.2, n.1, p.21-32, 2022.
- RABBANI, A. R. C.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R. A. Variabilidade genética de *Genipa americana* L. pertencente ao baixo curso do rio São Francisco. **Revista Árvore**, v. 36, p. 401-409, 2012.
- RGVNe. Rede de recursos genéticos vegetais do Nordeste. **Bancos e Curadorias**. 2022. Disponível em: <https://www.rgvnordeste.org/bancos-e-curadorias/>
- RODRIGUES, M. G. F.; SANTOS, T. P.; FERREIRA, A. F. A.; MONTEIRO, L. N. H.; NAKANISHI, E. S.; BOLIANI, A. C. Caracterização morfológica de acessos de banco ativo de germoplasma de figueira. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.41, n.5, e-074, 2019. [Doi.org /10.1590/0100-29452019074](https://doi.org/10.1590/0100-29452019074)

SACRAMENTO, A. S.; SOUSA, D. R.; SILVA, S. A.; LEITE, E. S. **Espacialização e repetibilidade dendrométrica de *Genipa Americana* L.** 2014. 44f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Embrapa Mandioca e Fruticultura, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA, 2014.

SA, F. P.; AMORIM, J. A. E.; SILVA, A. V. C.; PASQUAL, M. In vitro propagation and acclimatization of genipapo accessions. **Ciência e Agrotecnologia**, v.40, n.2, p.155-163, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542016402036015>

SÁ, F. P.; LÉDO, A. S.; SILVA, A.V. C.; SILVA JUNIOR, J. F. Enraizamento in vitro e aclimatização de acessos de jenipapeiro. *In*: II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, 2015, Fortaleza. **Anais do II Simpósio da RGV Nordeste**. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 2015b (R 271).

SÁ, F. P.; SOLZA, F. V. D.; SILVA, A. V. C.; LÉDO, A. S. Encapsulamento, crioproteção e desidratação na capacidade regenerativa de ápices caulinares de *Genipa americana*. **Ciência Rural**, v.45, p.1939-1945, n.11, 2015c.

SANTANA, K. B.; ALMEIDA, A-A. F.; SOUZA, V. L.; MANGABEIRA, P. A.O.; SILVA, D. C.; GOMES, F. P.; DUTRUCH, L.; LOGUERCIO, L. L. Physiological analyses of *Genipa americana* L. reveals a tree with ability as phytostabilizer and rhizofilterer of chromium ions for phytoremediation of polluted watersheds. **Environmental and Experimental Botany**, v.80, p.35-42, 2012. doi:10.1016/j.envexpbot.2012.02.004

SANTOS, F. B.; RAMOS, M. I. L.; MIYAGUSKU, L. Antimicrobial activity of hydroalcoholic extracts from genipap, baru and taruma. **Ciência Rural**, v.47, n.08, e20160252, 2017. Doi.org/10.1590/0103-8478cr20160252

SILVA, A. R.; SILVA, S.A.; SANTOS, L. A.; SOUSA, D. R.; ARAUJO, G. M.; MOUREIRA, R. F. C. Genetic divergence among castor bean lines and parental strains using ward's method based on morpho-agronomic descriptors. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 39, n. 3, p. 307-313, July-Sept., 2017.

SILVA, A. V. C.; YAGUIU, P.; ALMEIDA, C. S.; FEITOSA, R. B. **Caracterização físico-química de jenipapo**. Comunicado Técnico n.99, 2009, 4p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATC-2010/21527/1/cot-99.pdf>

SILVA, A, V, C.; FREIRE, K. C. S.; LÉDO, A. S.; RABBANI, A. R. C. Diversity and genetic structure of jenipapo (*Genipa americana* L.) Brazilian accessions. **Scientia Agricola**, v.71, n.5, p.345-355, 2014. Doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0038

SILVA, A. V. C.; MUNIZ, E. V.; ALMEIDA, C. S.; VITÓRIA, M. F.; LEDO, A. S.; MELO, M. F. V.; RABBANI, A. R. C. Genetic diversity and sex identification in *genipa americana* L. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.18, n.1, p.81 – 86, 2015.

SILVA, A. V. C.; LEDO, A. da S.; MELO, M. F. V. *Genipa americana*: jenipapo. *In*: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYIN, F. G. C. **Espécies nativas da flora**

brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste. Brasília, DF: MMA, 2018a. p. 169-176.

SILVA, A. V. C.; SOARES, A. N. R.; CARDOSO, M. N.; MELO, M. F. V.; MUNIZ, E. N.; LEDO, A. S. Evaluation of Substrates for Jenipapo (*Genipa americana* L.) Seedlings Production. **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.2, 2018.

SILVA, A. V. C.; LÉDO, A. S.; JÚNIOR, J. F. S. **Descritores para jenipapeiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 63 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1128759/descritores-para-o-jenipapeiro-genipa-americana-l>

SILVA JUNIOR, J. F. S.; LÉDO, A. S.; SILVA, A. V. C.; RAMOS, S. R. R. Recursos genéticos de fruteiras nativas e adaptadas do Nordeste: situação do germoplasma conservado ex situ na região. **Anais...II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos**, 24 a 28 de setembro de 2012, Belém-PA.

SOUZA, R. O. S.; SOUSA, P. L.; MENEZES, R. R. P. P. B.; SAMPAIO, T. L.; TESSAROLO, L. D.; SILVA, F. C. O.; PEREIRA, M. G.; MARTINS, A. M. C. *Trypanocidal activity* of polysaccharide extract from *Genipa americana* leaves. **Journal of Ethnopharmacology**, v.210, p. 311-317, 2018. Doi.org/10.1016/j.jep.2017.08.042

STRIEDER, M. M.; NEVES, M. I. L.; ZABOT, G. L.; SILVA, E. K.; MEIRELES, M. A. A. A techno-economic evaluation for the genipina recovery from *Genipa americana* L. employing non-thermal and thermal high-intensity ultrasound treatments. **Separation and Purification Technology**, v. 258, p. 117978, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117978>

STRIEDER, M. M.; NEVES, M. I. L.; SILVA, E. K.; MEIRELES, M. A. A. Impact of thermosonication pretreatment on the production of plant protein-based natural blue colorants. **Journal of Food Engineering**, v.299, p.110512, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110512>

STRIEDER, M. M.; NEVES, I. L. M.; SILVA, K. E.; MEIRELES, A. A. M. Low-frequency and high-power ultrasound-assisted production of natural blue colorant from the milk and unripe *Genipa americana* L. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 66, p. 105068, 2020. Doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.105068

TEIXEIRA, K. C. S.; SANTOS, S. B.; ANDRADE, C. R.; SILVA, A.; MOTA, K. O.; ALVES, M. V.; SANTOS, L. C.; SANTOS, P. A. L.; SANTOS, D. T. V.; ESTEVAM, C. S. Prospecção tecnológica da *Genipa americana* L. **Revista Geintec**, v.11, n.1, p.5786-5794, 2021. Doi: 10.7198/geintec.v11i1.918

VICENTE, M. C.; GUZMÁN, F. A.; ENGELS, J.; RAMANATHA, R. V. Genetic characterization and its use in decision making for the conservation of crop germplasm. **In: The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources**, FAO: Rome, p. 129-138, 2006.

VITÓRIA, M. F.; SILVA, A. V. C.; LEDO, A. S.; ARAUJO, I.B.; NASCIMENTO, A. L. S.; ROCHA JÚNIOR, V. F.; OLIVEIRA, J. M. S. P. Morphological Characterization in Germplasm of *Genipa americana* L. **Anais...Anual Conference of American Society**

for Horticultural Science, 2015, New Orleans. New Orleans: ASHS, 2015. v. 1. p. 59-59.

WANG, Z.; LIU, H.; LUO, W.; CAI, T.; LI, Z.; LIU, Y.; GAO, W.; WAN, Q.; WANG, X.; WANG, J.; WANG, Y.; YANG, W. X. Regeneration of skeletal system with genipina crosslinked biomaterials. **Journal of Tissue Engineering**, v.11, p.1–24, 2020. Doi.org/10.1177/2041731420974861

WATON, J.; LAVEINE, F. B. A. E. A putative case of allergic contact dermatitis caused by a jagua tattoo. **Contact Dermatitis**, 76, 296–321, 2017. doi:10.1111/cod.12767

4. ARTIGO 1

CONSERVAÇÃO *EX SITU* E APLICAÇÃO DOS DESCRITORES MÍNIMOS NA CARACTERIZAÇÃO DE GERMOPLASMA DE JENIPAPEIRO

***Artigo a ser enviado ao periódico: Genetic Resources and Crop Evolution**

RESUMO

O jenipapeiro (*Genipa americana* L.) é uma espécie frutífera amplamente distribuída no Brasil, ainda não domesticada e que apresenta importantes atributos nutricionais e ecológicos. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o enriquecimento, desenvolvimento e a caracterização dos acessos do Banco Ativo de Germoplasma de jenipapeiro da Embrapa Tabuleiros Costeiros. O BAG está localizado no município de Nossa Senhora das Dores, Sergipe, Brasil, e é composto por 28 acessos representados por 254 indivíduos. Foram usados 15 descritores (botânicos, morfológicos, crescimento) e 5 índices morfométricos, além do enriquecimento e taxa de sobrevivência ao longo de 13 anos de existência do BAG. Houve êxito no enriquecimento, na manutenção e diversidade. Com exceção de dois acessos que tiveram 50% de sobrevivência, os demais apresentaram entre 80 e 100%. O tronco liso foi observado apenas no acesso BA, da espécie *G. infundibuliformis*, oriundo da Bahia. A presença de tricomas e ramificação horizontal foram específicas do acesso CV, que também apresentou a maior altura média. O CV é da espécie *Genipa americana* L, oriundo de população natural de Cascavel, Ceará. O conhecimento dos descritores e da diversidade existente no germoplasma irá subsidiar estratégias de conservação e direcionar futuras pesquisas.

Palavras-chave: *Genipa americana* L., recursos genéticos, frutas nativas, morfometria.

ABSTRACT

Título: Ex situ conservation and application of core descriptors for characterization of jenipapo germplasm

The jenipapo tree (*Genipa americana* L.) is a fruit-bearing species widely distributed in Brazil and has important nutritional and ecological characteristics. The aim of this study was to evaluate how to enrich, develop, and characterize the accessions of the jenipapo gene bank of Embrapa Tabuleiros Costeiros. The gene bank is in the municipality of Nossa Senhora das Dores, Sergipe, Brazil, and is composed of 28 accessions represented by 254 plants. We used 15 descriptors (botanical, morphological, and growth) and 5 morphometric indices, as well as enrichment and survival rate measures over the 13 years of existence of the gene bank. There was success in enrichment, maintenance, and diversity. The accessions had 80-100% survival, except for two accessions that had 50% survival. A smooth trunk was observed only in the BA accession of the species *G. infundibuliformes* from Bahia. The presence of trichomes and horizontal branching were specific to the accession CV, which also had the greatest average height. CV, of the species *Genipa americana* L., is from the native population of Cascavel, Ceará. Knowledge of the descriptors and the diversity within the germplasm will support conservation strategies and guide future research.

Keywords: *Genipa americana* L., genetic resources, Brazilian fruits, morphometry.

4.1 Introdução

A diversidade vegetal do mundo está constantemente ameaçada, e a erosão da diversidade genética das populações naturais é algo presente. De acordo com o ‘Estado das Plantas e Fungos do Mundo’, realizado pela a Royal Botanic Gardens, em 2020, duas em cada cinco de cerca de 350.000 espécies de plantas vasculares conhecidas correm o risco de extinção (KOVÁCS et al., 2021). O Brasil é reconhecido por sua rica biodiversidade, mas tem sido relatada uma crescente perda dos recursos genéticos *in situ*.

Entre centenas de espécies nativas que possuem grande potencial de exploração econômica, muitas ainda não são reconhecidas ou ainda não foram descritas (SILVA et al., 2022). Dentre essas, o jenipapeiro (*Genipa americana* L.) é uma espécie ainda não domesticada e muito importante na restauração das matas ciliares brasileiras e também é considerada uma das frutíferas mais promissoras para programas de colheita sustentável (SILVA et al., 2014; SANTOS et al., 2021; SILVA et al., 2020).

Praticamente todas as partes da árvore são aproveitadas. Os frutos são utilizados na alimentação humana, na fabricação de doces, compota, suco, refresco, vinho e aguardente. Apresentam compostos bioativos, utilizados na indústria de cosméticos, alimentícias e farmacêuticas (GUALBERTO et al., 2021). O licor é um importante elemento presente nas festas juninas do Nordeste brasileiro, especialmente nos estados da Bahia e Sergipe (SILVA et al., 2020).

Esta espécie arbórea possui ampla distribuição, desde o México e Antilhas até o norte da Argentina (SILVA et al., 2020). No Brasil é encontrada em todos os estados, exceto Rio Grande do Sul; e em todos os biomas, exceto o Pampa (GOMES, 2020). Apesar da importância econômica e ecológica, o jenipapeiro tem sofrido uma considerável perda de variabilidade genética causada, principalmente, pela expansão das áreas agrícolas no Brasil (JESUS et al., 2019a).

Há pouco menos de um século tem-se despertado para a conservação *ex situ*. Em meados do século passado, percebeu-se que a erosão genética estava ameaçando variedades existentes das principais culturas alimentares, e os esforços globais para coletar e conservar a diversidade genética desses recursos ameaçados foi iniciada, predominantemente orquestrada pela FAO (ENGELS et al., 2021).

Com a crescente população mundial, a criação de bancos de germoplasma é de extrema importância para enfrentar os desafios na segurança alimentar e nutricional (JIROUTOVÁ et al., 2020), e a caracterização morfoagronômica é uma importante ferramenta para avaliação da diversidade genética de espécies cultivadas e silvestres (BRAGA et al., 2017).

Os descritores morfológicos de alta herdabilidade, visíveis e mensuráveis, sendo estes pouco influenciados pelo ambiente, devem ser aplicados aos acessos para discriminar ou identificar duplicações. A avaliação pode ser direcionada a aspectos de interesse da agricultura, por exemplo, resistência a doenças, a estresses abióticos, produtividade e suas aplicações em programas de melhoramento genético (BURLE, 2019).

O Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo (BAG Jenipapo) é o fiel depositário de subamostras de componente do patrimônio genético da espécie no Brasil (MUNIZ E LEDO, 2021), criado em 2009 pela Embrapa Tabuleiros Costeiros. A avaliação sobre desenvolvimento dos seus acessos é feita anualmente desde 2010, resultando em um manual de descritores de jenipapo publicado pela Embrapa (SILVA, SILVA JÚNIOR e LEDO, 2020). A diversidade genética desse BAG foi avaliada pela primeira vez por Silva et al. (2014), na época com 160 genótipos.

Também estão sendo desenvolvidos protocolos para micropropagação, criopreservação e embriogênese somática (NASCIMENTO et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2017; SÁ et al., 2016; ALMEIDA et al., 2015; SÁ et al., 2015), e a avaliação de quimiodiversidade e bioatividade do óleo essencial, no qual verificou-se que os compostos do óleo essencial e do extrato metanólico de folhas de acessos de jenipapeiro possuem potencial para auxiliar o controle do ácaro-da-necrose-do-coqueiro [*Aceria guerreronis* (Acari: Eryophyidae)] (JESUS et al., 2019b; 2020).

Baseado no potencial da espécie e em perspectivas para seu uso sustentável, o objetivo deste trabalho foi avaliar o enriquecimento, conservação e caracterização do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo da Embrapa Tabuleiros Costeiros, no período de 2009 a 2022, para uso direcionado em estratégias de conservação e futuras pesquisas.

4.2 Material e Métodos

O Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo (Figura 1) localiza-se no Campo Experimental Jorge Sobral, no município de Nossa Senhora das Dores, Sergipe (Latitude: 10°29'30"S, Longitude: 37°11'36"W e altitude de 204 m). O clima da região é do tipo tropical com estação seca no verão, com precipitação média anual de 1.050 mm e temperatura média de 24,2°C. Atualmente, conta com 28 acessos nominados de acordo com a localidade na qual foram coletados, e são representados por 254 indivíduos (Tabela 1). São 248 da espécie *G. americana* L. e seis de *G. infundibuliformis*. As coletas ocorreram de forma aleatória, em populações naturais em diferentes estados da federação (Figura 2).



Figura 1. Imagem aérea do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil, 2021. Foto: Edson Patto Pacheco.

Tabela 1. Origem, acesso/código local, espécie, data de introdução e número de plantas por acesso do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil. 2022.

Acesso/código	Origem (município e estado)	Espécie	Ano de introdução	Nº de plantas por acesso
BA- Recôncavo baiano	Santo Antônio de Jesus, BA	<i>G.</i> <i>infundibuliformis</i>	2009	6
CR1 - Povoado Criolo 1, SE	Lagarto, SE	<i>G. americana</i>	2010	8
CR- Povoado Criolo 2, SE	Lagarto, SE	<i>G. americana</i>	2010	9
AJ- Aeroporto, SE	Aracaju, SE	<i>G. americana</i>	2010	8
CR3 - Povoado Criolo 3, SE	Lagarto, SE	<i>G. americana</i>	2010	8
CR4 - Povoado Criolo 4, SE	Lagarto, SE	<i>G. americana</i>	2010	10
CR5 - Povoado Criolo 5, SE	Lagarto, SE	<i>G. americana</i>	2010	9
CA - Caueira, SE	Itaporanga d'Ajuda, SE	<i>G. americana</i>	2010	10
AR1- Arauá 1, SE	Arauá, SE	<i>G. americana</i>	2010	10
AR2- Arauá 2, SE	Arauá, SE	<i>G. americana</i>	2010	10
AR3 - Arauá 3, SE	Arauá, SE	<i>G. americana</i>	2010	10
AR4- Arauá 4, SE	Arauá, SE	<i>G. americana</i>	2010	10
MA – Maruim, SE	Maruim, SE	<i>G. americana</i>	2010	5
CV- Cascavel, CE	Cascavel, CE	<i>G. americana</i>	2011	10
MS – Ilha Mem de Sá, SE	Itaporanga d'Ajuda, SE	<i>G. americana</i>	2011	10
IT – Itaporanga d'Ajuda, SE	Itaporanga d'Ajuda, SE	<i>G. americana</i>	2011	9
LA – Laranjeiras, SE	Laranjeiras, SE	<i>G. americana</i>	2011	8
SO – N. Sra. do Socorro	N. Sra. do Socorro, SE	<i>G. americana</i>	2011	10
BO1- Boquim 1, SE	Boquim, SE	<i>G. americana</i>	2012	10
BO2 - Boquim 2, SE	Boquim, SE	<i>G. americana</i>	2012	10
SA – Sabinópolis, MG	Sabinópolis, MG	<i>G. americana</i>	2012	9
SDV - Salto da Divisa, MG	Salto da Divisa, MG	<i>G. americana</i>	2013	5
CRA - Cruz das Almas, BA	Cruz das Almas, BA	<i>G. americana</i>	2013	10
CER – Núcleo Bandeirante, DF	Brasília, DF	<i>G. americana</i>	2013	10
BRC- Povoado Tapera, SE	Itaporanga d'Ajuda, SE	<i>G. americana</i>	2017	10
UMB - Umbaúba, SE	Umbaúba, SE	<i>G. americana</i>	2017	10
CON – Conde, BA	Conde, BA	<i>G. americana</i>	2021	10
SR – Santa Rita, MA	Santa Rita, MA	<i>G. americana</i>	2022	10
28 acessos				254

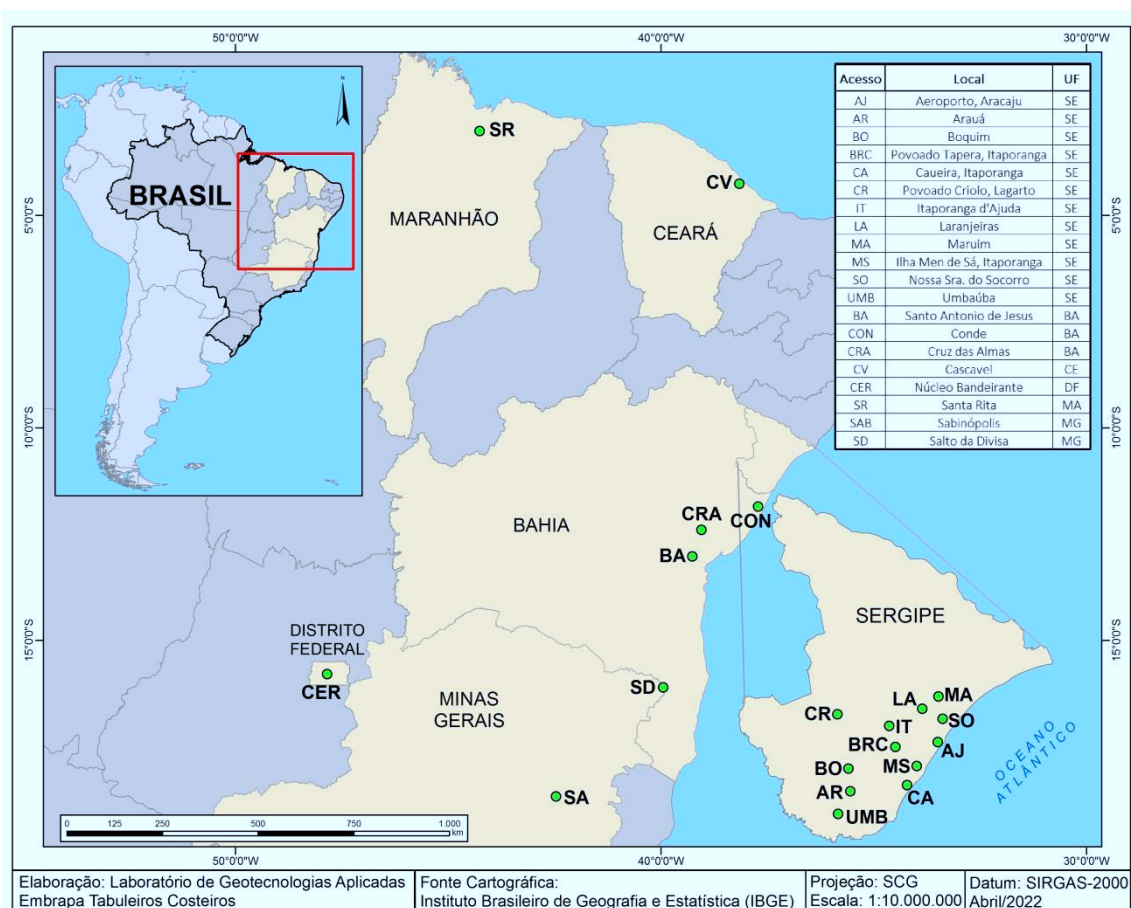


Figura 2. Áreas de ocorrência natural no Brasil, onde foram coletados os acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo.

As características morfoagronômicas avaliadas em 26 acessos (Tabela 2) foram selecionadas do Manual de Descritores para Jenipapo (SILVA et al., 2020).

Foi realizada a taxa de sobrevivência de cada acesso do BAG através do cálculo de porcentagem simples.

Tabela 2. Descritores mínimos avaliados nos acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil. 2022.

Morfológicos e Tipos botânicos	
Formato da copa	Piramidal, oblonga, esférica, irregular
Vigor	Fraco, intermediário, forte
Superfície do tronco	Lisa, áspera
Tipo de ramificação	Pouco ramificada, intermediária, muito ramificada
Distribuição dos ramos	Ascendente, horizontal, irregular
Formato da folha	Elíptica, obovada
Ápice das folhas	Agudo, arredondado
Textura foliar	Coriácea, semicoriácea, maleável, lisa
Presença de tricomas	Glabra, pilosa
Características de crescimento	
Altura da planta (h)	Determinada com o uso de clinômetro em plantas mais altas ou trena de madeira nas mais baixas, expressa em metros.

Altura de inserção da copa (IC)	Valor medido do solo à altura da primeira inserção da copa.
Comprimento da copa (CC)	Determinado pela diferença entre altura total e a inserção da copa ($h - IC$)
Diâmetro da copa (DC)	Determinado pelas medições dos comprimentos da copa nos sentidos $(N-S) + ((L-O)/2)$
Área da copa (AC)	Determinada por $DC^2 * \pi/4$
Circunferência à altura do peito (CAP)	Medido com fita métrica, a 1,30 m de altura, expresso em metros.
Índices morfométricos	
Proporção da copa (PC)	Indicador de vitalidade, que corresponde à relação entre o comprimento da copa e altura total da árvore, expressa em percentagem através da fórmula $PC = L/h * 100$.
Grau de esbeltez (GE)	Expresso pela relação h/CAP , é uma variável que caracteriza a estabilidade das árvores.
Índice de saliência (IS)	Expresso pela relação entre o diâmetro de copa e o CAP ($IS = DC/CAP$).
Índice de abrangência (IA)	Calculado pela relação entre o diâmetro de copa e a altura total da árvore ($IA = DC/h$).
Formal da copa (FC)	Calculado pela relação entre o diâmetro da copa e o comprimento da copa: $FC = DC/CC$.

As análises estatísticas foram realizadas com suporte do software R. Na análise estatística descritiva dos dados, para cada característica foram considerados os parâmetros: média, mínimo, máximo e o desvio padrão, para tanto utilizou-se a função `stat.desc` do pacote `pastecs`.

Para visualização da estatística descritiva por acesso utilizou-se função `boxplot` para construção de gráficos, apresentando mínimo, máximo, 1º quartil (25%), 3º quartil (75%), mediana (50%) e valores discrepantes (outliers).

Os coeficientes de correlação de Pearson entre as características quantitativas e os índices morfométricos dos acessos avaliados foram determinados utilizando a matriz de dados, seguindo a equação a seguir:

$$r = \frac{Cov(x,y)}{\sqrt{\sigma_x^2 \cdot \sigma_y^2}}$$

Em que:

X e Y são duas variáveis quantitativas aleatórias;

Cov é a covariância;

σ^2 é a variância.

Para visualização gráfica dos coeficientes de correlação foi utilizada a função `corrplot` do pacote `corrplot`.

4.3 Resultados e Discussão

As expedições de coleta com a finalidade de enriquecimento do BAG tiveram início em 2009. O primeiro acesso introduzido foi o BA, da espécie *Genipa infundibuliformis*, representado por 10 plantas. Posteriormente foram inseridos acessos apenas da espécie *Genipa americana*, a mais comum e amplamente distribuída pelo

Brasil. Atualmente o BAG é composto por 28 acessos e 254 plantas. Em 2010 houve o maior número de introduções, 12 acessos (Tabela 3).

Tabela 3. Enriquecimento e taxa de sobrevivência dos acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo, no período de 2009 a 2022. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil. 2022.

Ano	Número de acessos introduzidos	Número de plantas	Número de plantas vivas (2022)	Percentual de sobrevivência (%)
2009	1	10	6	60
2010	12	120	107	89,2
2011	5	50	47	94
2012	3	30	28	93,3
2013	3	30	23	76,6
2017	2	20	19	95
2021	1	10	10	100
2022	1	10	10	100

Os acessos com menor percentual de sobrevivência foram MA e SDV, com 50% oriundos de Maruim/SE e Salto da Divisa/MG, respectivamente. Em seguida, com 60%, o acesso BA, oriundo de Santo Antônio de Jesus/BA, que foi o primeiro a ser introduzido e pertencente à espécie *G. infundibuliformis*. Os demais apresentaram percentual de sobrevivência entre 80 e 100% (Figura 3). É importante reforçar que sejam realizadas coletas em populações naturais, com risco de desaparecimento para conservação da diversidade.

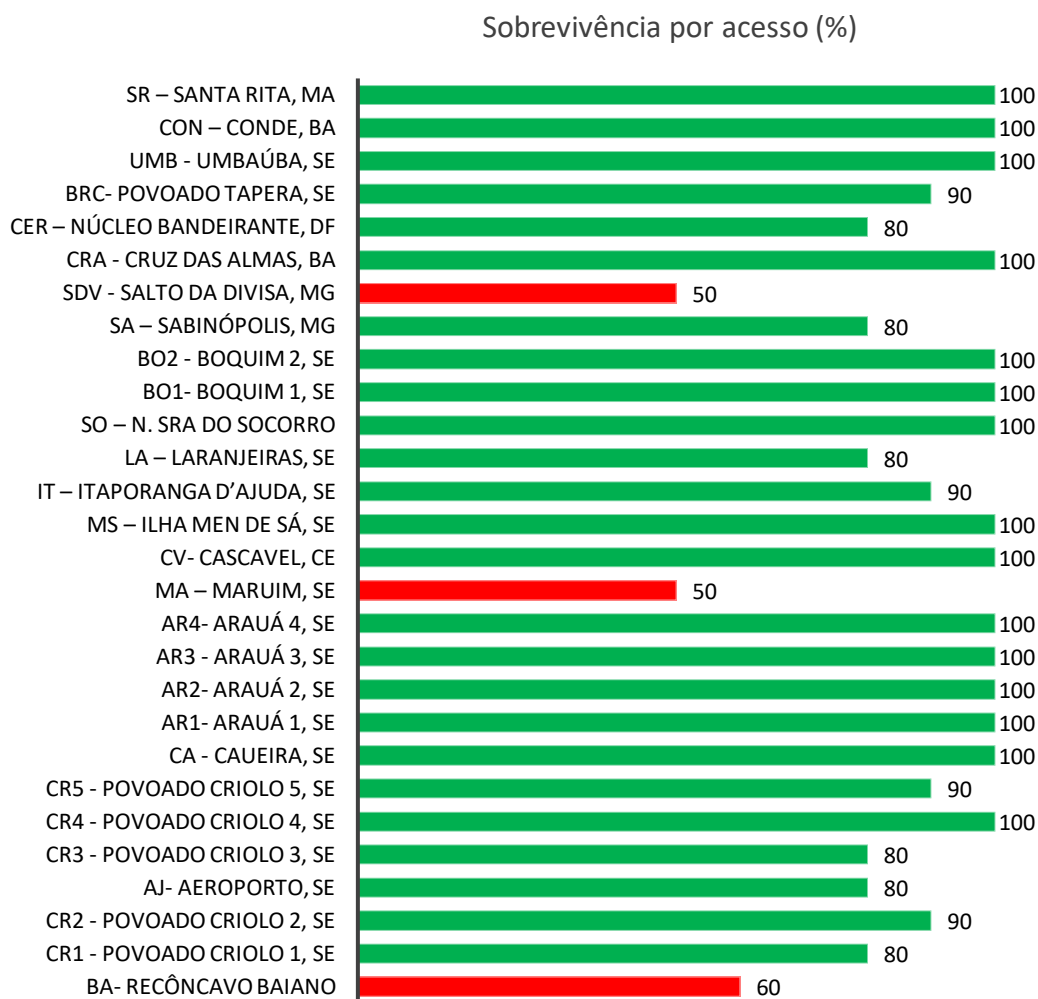


Figura 3. Porcentagem de sobrevivência, por acesso, do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo, no período de 2009 a 2022. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil.

Além das particularidades de cada acesso quanto à adaptabilidade na conservação *ex situ*, o percentual de sobrevivência do acesso BA pode estar relacionado com um incêndio que ocorreu no BAG em 2013. Na ocasião, todas as 10 plantas que o representavam foram atingidas, mas seis indivíduos rebrotaram e sobreviveram. Também se percebe a predileção de formigas e plantas invasoras por algum acesso específico (Figura 4). Segundo Silva et al. (2021), o desenvolvimento da planta é resultado das condições ambientais predominantes, cada espécie exige características específicas do meio, como temperatura, umidade, gravidade e velocidade do vento, o conjunto desses fatores oferecem a ocorrência de seu desenvolvimento.



Figura 4. Presença de formigas (A) e plantas invasoras (B) no germoplasma. Fotos: Cleverton Alves dos Santos.

O percentual relacionado às características categóricas morfológicas está apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Porcentagem das características morfológicas observadas nos acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil. 2022.

Características	Tipo (%)
Formato da copa	Piramidal (51,6%), irregular (48,4%)
Vigor	Fraco (37,5%), intermediário (30,35%), forte (32,14%)
Superfície do tronco	Lisa (6,67%), áspera (97,3%)
Tipo de ramificação	Pouco ramificada (25,96%), intermediária (18,23%), muito ramificada (55,8%)
Distribuição dos ramos	Ascendente (76,21%), horizontal (4,32%), irregular (19,45%)
Formato da folha	Elíptica (100%)
Ápice das folhas	Agudo (100%)
Textura foliar	Semicoriácea (100%)
Presença de tricomas	Glabra (94,6%), pilosa (5,4%)

Foi observado que no formato da copa (Figura 5) prevaleceram apenas dois tipos: o formato piramidal e o irregular, com porcentagens muito próximas (51,6% e 48,4%, respectivamente). O formato irregular predominou em indivíduos que apresentaram vigor de fraco a intermediário e que, em sua maioria, encontravam-se nas extremidades, sendo comum a todos os acessos. Almeida et al. (2019) sugeriram que os fatores abióticos, como temperatura, umidade e os ventos apresentam capacidade de determinar o crescimento das plantas, a depender de como esses atuam e quais as condições proporcionadas.

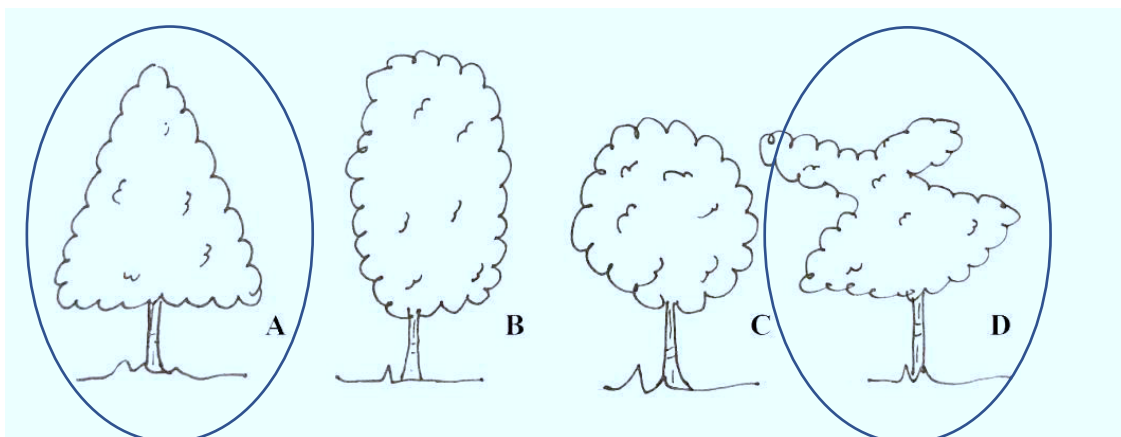


Figura 5. Formato da copa: Piramidal (A); Oblonga (B); Esférica (C); Irregular (D). Fonte: Silva, Silva Júnior e Ledo (2020).

O vigor apresentou porcentagem semelhante entre os itens analisados (fraco, intermediário e forte), sendo predominante o fraco, com 37,5% dos indivíduos, que pode estar associado à adaptabilidade ao local. Os acessos que obtiveram a predominância de indivíduos com o vigor fraco foram BA, com 83% dos seus indivíduos, CR1 com 75% e IT com 70%. Vigor forte foi observado em AR3 (80% dos seus indivíduos e todos sobreviventes) e MA (80%, porém com 50% dos seus indivíduos vivos).

Em relação à superfície do tronco, foi observado que 97,3% dos indivíduos apresentaram superfície áspera. Apenas o acesso BA apresentou superfície do tronco lisa (6,7%).

A maior parte dos acessos (55,8%) foi avaliada como muito ramificada (Figura 6). Os acessos que se apresentaram muito ramificados foram CR1, CR2, AJ, CR3, AR3, AR4, CV e MS.

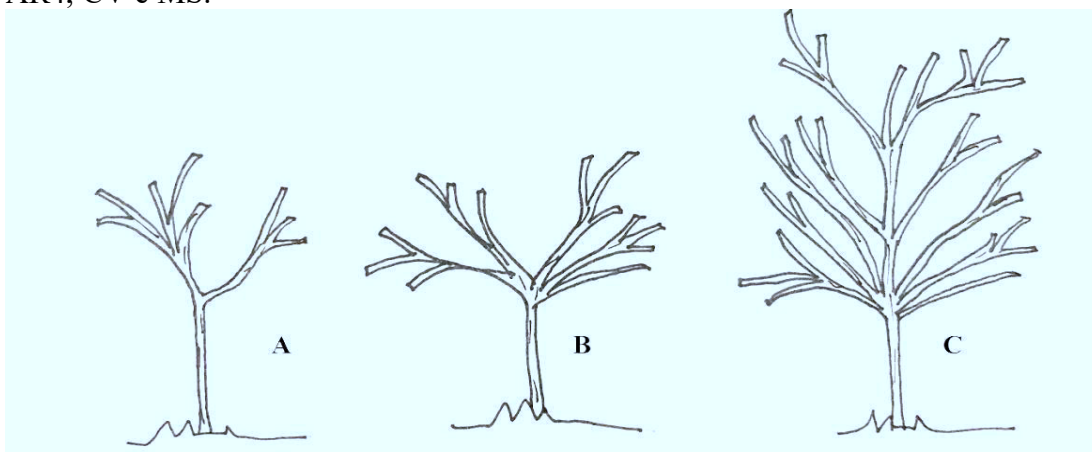


Figura 6. Padrão de ramificação: Pouco ramificada (A); Intermediária (B); Muito ramificada (C). Fonte: Silva, Silva Júnior e Ledo (2020).

Para a distribuição dos ramos (Figura 7), a característica ascendente apresentou-se em 76,21% dos indivíduos (Tabela 4). Somente os indivíduos do acesso CV apresentaram a característica horizontal. A forma irregular foi encontrada em todos os acessos, e pode ser atribuída a fatores ambientais sofridos ao longo tempo. Em casos de estresses abióticos, as plantas respondem com fenômenos extremamente complexos, que envolvem alterações morfológicas, capazes de restringir o crescimento e desenvolvimento delas (BROETTO et al., 2017).

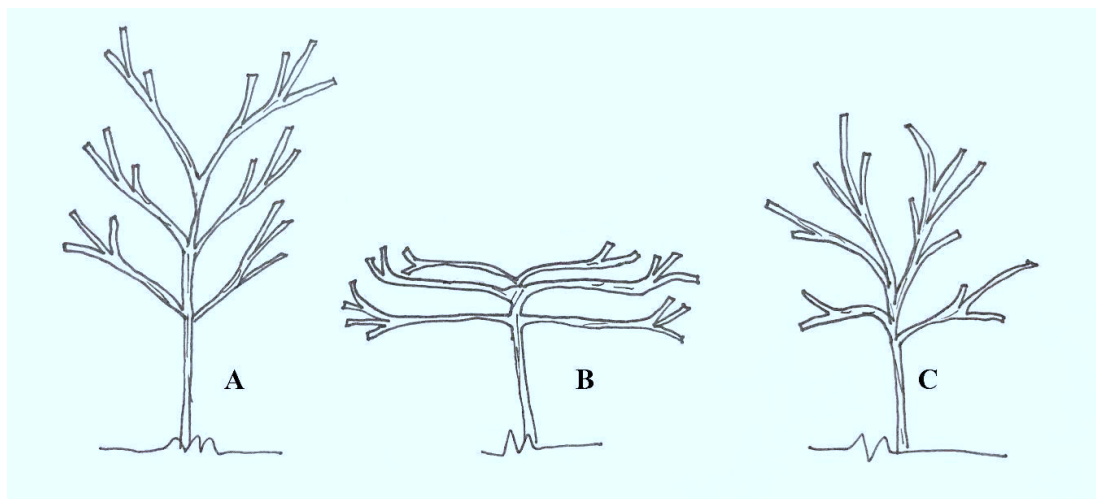


Figura 7. Distribuição dos ramos: Ascendente (A); Horizontal (B); Irregular (C). Fonte: Silva, Silva Júnior e Ledo (2020).

Não houve diferença entre os acessos para o formato, ápice e textura foliar. O acesso Cascavel (CV) foi o único a apresentar tricomas em suas folhas.

Os valores obtidos nas avaliações morfológicas e índices morfométricos foram apresentados como média para cada descritor, por acesso (Tabela 5) e estatística descritiva (Tabela 6).

Tabela 5. Valores médios dos descritores morfológicos e dos índices morfométricos de acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil.

Descritores Morfológicos							
Acesso	Idade (anos)	Altura (m)	Altura de inserção da copa (m)	Comprimento da copa (m)	Diâmetro da copa (m)	Área da copa (m)	Circunferência do caule à altura do peito (m)
BA	14	3,56	1,63	1,93	1,01	3,17	0,17
CR1	12	2,53	1,51	1,02	1,21	3,82	0,13
CR2	12	4,24	1,88	2,36	2,17	6,83	0,23
AJ	12	4,37	1,70	2,67	2,31	7,26	0,25
CR3	12	4,02	1,80	2,21	1,84	5,78	0,22
CR4	12	4,09	1,67	2,41	1,82	5,74	0,24
CR5	12	4,40	1,74	2,66	2,27	7,13	0,30
CA	12	4,44	1,58	2,85	2,48	7,79	0,27
AR1	12	4,58	1,85	2,72	2,63	8,26	0,26
AR2	12	4,56	1,54	3,01	3,35	10,54	0,33
AR3	12	5,47	1,51	3,95	3,85	12,12	0,41
AR4	12	5,07	1,75	3,31	2,94	9,24	0,30
MA	12	5,28	1,94	3,34	2,96	9,30	0,37
CV	11	3,20	1,35	1,84	2,31	7,27	0,22
MS	11	4,42	1,65	2,76	2,64	8,29	0,28
IT	11	3,10	1,54	1,56	1,45	4,56	0,16
LA	11	1,98	1,21	0,90	1,01	3,20	0,14
SO	11	3,53	1,46	2,07	1,77	5,57	0,21
BO1	10	2,59	1,47	1,28	1,39	4,38	0,17
BO2	10	2,42	1,57	0,98	1,12	3,54	0,13
SA	10	2,00	1,45	0,91	0,81	2,55	0,10
SDV	9	1,12	1,29	0,72	0,80	2,52	0,07
CRA	9	1,76	1,75	0,21	0,20	0,64	0,06
CER	9	1,93	1,50	0,88	1,21	3,81	0,12

BRC	3	0,57	0,14	0,19	S/A	S/A	0,06
UMB	3	1,51	1,38	0,36	1,14	1,24	0,07
Índices morfométricos							
Acesso	Proporção da copa (%)	Grau de esbeltez	Índice de saliência	Índice de abrangência	Formal da copa		
BA	55	0,23	5,68	0,25	0,50		
CR1	37	0,20	9,03	0,45	1,24		
CR2	53	0,19	9,03	0,50	0,94		
AJ	58	0,18	9,06	0,51	0,89		
CR3	49	0,20	7,79	0,42	0,90		
CR4	54	0,18	7,80	0,44	0,88		
CR5	57	0,16	7,44	0,48	0,83		
CA	58	0,17	8,69	0,51	0,90		
AR1	55	0,19	10,03	0,54	1,00		
AR2	62	0,14	9,87	0,70	1,13		
AR3	71	0,13	9,62	0,71	1,02		
AR4	62	0,18	9,76	0,56	0,91		
MA	63	0,14	7,84	0,55	0,88		
CV	56	0,16	10,35	0,70	1,24		
MS	59	0,16	8,74	0,54	0,89		
IT	43	0,21	7,68	0,39	0,92		
LA	33	0,16	6,13	0,39	1,34		
SO	54	0,18	8,29	0,48	0,98		
BO1	40	0,18	7,92	0,49	1,34		
BO2	36	0,20	7,65	0,40	1,13		
AS	33	0,21	6,22	0,30	1,08		
SDV	35	0,26	8,47	0,40	1,11		
CRA	10	0,30	2,94	0,09	1,94		
CER	31	0,22	7,45	0,41	1,34		
BRC	57	0,23	S/A	S/A	S/A		
UMB	19	0,23	5,19	0,23	1,39		

BA: Bahia; CR1: Criolo1, CR2: Criolo2, AJ: Aracaju, CR3: Criolo3, CR4: Criolo4, CR5: Criolo5, CA: Caueira, AR1: Arauá1, AR2: Arauá2, AR3: Arauá3, AR4: Arauá4, MA: Maruim, CV: Cascavel, MS: Mem de Sá, IT: Itaporanga, LA: Laranjeiras, SO: Socorro, SA: Sabinópolis, SDV: Salto da Divisa, CRA: Cruz das Almas. CER: Cerrado, BRC: Branco, UMB: Umbaúba. S/A: sem avaliação.

Tabela 6. Estatística descritiva dos descritores morfológicos e índices morfométricos dos acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil. 2022.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Coefficiente de Variação (%)
Características morfológicas					
H (m)	0,10	7,83	3,37	1,73	51,30
CC (m)	0,02	6,13	2,10	1,45	68,83
IC (m)	0,14	2,62	1,60	0,37	23,00
CAP (cm)	5,00	68,00	22,29	13,65	61,21
DC (m)	0,07	6,08	2,01	1,36	67,82
AC (m ²)	0,22	19,10	6,32	4,28	68,00
Índices morfométricos					
PC (%)	1,20	81,70	50,19	19,46	38,68
GE	0,07	0,39	0,20	0,05	28,82
IA	0,04	1,26	0,49	0,21	43,49

FC	0,16	3,50	1,05	0,47	44,71
IS	1,23	13,71	8,26	2,44	29,55

H: altura; CC: comprimento da copa; IC: inserção da copa; CAP: circunferência à altura do peito; DC: diâmetro do caule; AC: área da copa; IA: índice de abrangência; PC: proporção da copa; GE: Grau de esbeltez; FC: Formal da copa; IS: Índice de saliência.

A altura (H) das plantas apresentou valor mínimo de 0,10 m (indivíduo do acesso BRC) e máximo de 7,83 m (indivíduo do acesso AR1), com média de 3,37 m e desvio-padrão de 1,73, porém com uma variância maior que 25%, determinando que essa característica seja heterogênea. Hansen (2006) encontrou, em seu estudo, para a característica altura, valores entre 5,70 m a 17,62 m e média de 11,29 m, em populações nativas da Bahia. Devido às diferentes idades e constante introdução de novos acessos, pode-se dizer que os acessos do BAG encontram-se em desenvolvimento.

Para comprimento da copa (CC), o acesso CRA apresentou o valor mínimo (0,02 m) e o indivíduo com maior CC foi o do acesso AR1 (6,13 m), também exibindo média de 2,10 m e desvio-padrão menor que 2 e um coeficiente de variação maior que 25%.

Na altura de inserção da copa (IC) foi observado que o acesso BRC alcançou valor mínimo e o acesso AR1 o valor máximo, respectivamente 0,14 m e 2,62 m, com média de 1,60 m e desvio-padrão de 0,37 e variância menor que 25%, demonstrando homogeneidade entre os acessos (Tabelas 5 e 6). O acesso CV se destaca com média de 1,35 m e se encontrava com indivíduos em frutificação, sendo uma característica interessante dentro da espécie, tanto pela precocidade como porque irá facilitar a colheita.

Para a circunferência do caule à altura do peito (CAP), foi notado que os acessos CRA e SDV obtiveram menores valores, e o acesso AR1, o maior. A média geral foi de 0,22 m, enquanto no estudo de Hansen (2006), numa população já estabelecida, a média foi de 1,39 m. O desvio-padrão foi 13,65 e o coeficiente de variação maior 61,21%, o que demonstrou heterogeneidade.

No diâmetro da copa (DC) o indivíduo do acesso CRA atingiu o menor valor (0,07 m) e o do acesso CA, o maior (6,08 m), com desvio-padrão de 1,36, coeficiente de variação 67,82%, demonstrando heterogeneidade e média de 2,01 m, ficando próxima do valor mínimo. Hansen (2006) obteve média de 10,73 m, uma média bastante superior à que foi obtida, podendo ser devido ao BAG encontrar-se em pleno crescimento, pois foi evidenciado que a maioria dos indivíduos ainda não atingiu a fase de frutificação.

Em relação à área da copa (AC) foi observado que o indivíduo do acesso CRA alcançou o menor valor (0,22 m) e o indivíduo do acesso CA foi o que apresentou maior valor (19,10 m), também podemos ressaltar que o desvio-padrão mostrou-se maior que 2 (4,28) e o coeficiente de variação bem maior que 25% (67,82%), demonstrando heterogeneidade (Tabelas 5 e 6).

Para a proporção da copa (PC), um indivíduo do acesso CRA atingiu valor mínimo de 1,20% e o indivíduo do acesso AR3, o valor máximo de 81,70%. O alto desvio-padrão e variância indicam a heterogeneidade do germoplasma, resultado das diferentes idades e origens das plantas, estimada previamente por Silva et al. (2014).

Para GE, o indivíduo do acesso CV apresentou o mínimo valor (0,07) e o indivíduo do acesso BA o valor máximo (0,38), alcançando desvio-padrão de 0,05, o que indicou uma homogeneidade entre os acessos, porém o coeficiente de variação foi maior que 25%, consequência das diferentes idades dos acessos.

Quanto ao IA, notou-se que o indivíduo do acesso CRA obteve menor valor (0,04) e o indivíduo do acesso CV o com maior valor (1,26), observado também desvio-padrão próximo a zero e coeficiente de variação maior que 25%, comportamento semelhante ao do GE.

No formal da copa, o indivíduo do acesso BA exibiu valor mínimo (0,16) e o indivíduo do acesso CRA apresentou valor máximo (3,50), apresentando desvio-padrão de 0,47 e coeficiente de variação de 44,71%.

O acesso CRA atingiu o menor valor de índice de saliência (1,23) e o indivíduo do acesso BO2 foi o que apresentou maior valor (13,71). Esse índice atingiu desvio-padrão de 2,43 e coeficiente de variação 29,48%, evidenciando heterogeneidade (Tabelas 5 e 6).

A heterogeneidade presente entre os acessos apresentados pode ser atribuída à diferença de idade entre os indivíduos, nos quais foram possíveis realizar a coleta de dados, como também, pode-se ser atribuída a fatores ambientais e genéticos. Conforme Silva et al. (2021), os fatores ambientais como temperatura, umidade e os ventos proporcionam capacidade de determinar o crescimento e reprodução fenológica das plantas, a depender de como esses atuam e quais as condições proporcionadas; e para Cruz et al. (2018), a topografia exerce maior influência que as condições de luminosidade na estruturação da comunidade do estrato herbáceo-arbustivo. Contudo, foi visto que a altura de inserção da copa é uma característica homogênea e a circunferência do caule à altura do peito destacou-se por apresentar maior heterogeneidade. Entre os índices morfométricos foi observado que a proporção da copa e o índice de saliência apresentaram desvio-padrão maior que 2, demonstrando heterogeneidade e o GE obteve o menor desvio-padrão (0,05).

Os gráficos boxplot relativos à variação de seis descritores morfológicos avaliados nos 26 acessos de jenipapeiro podem ser observados na Figura 9. Esses gráficos permitiram avaliar a simetria dos dados, sua dispersão e a existência de observações discrepantes (outliers) em cada acesso do BAG.

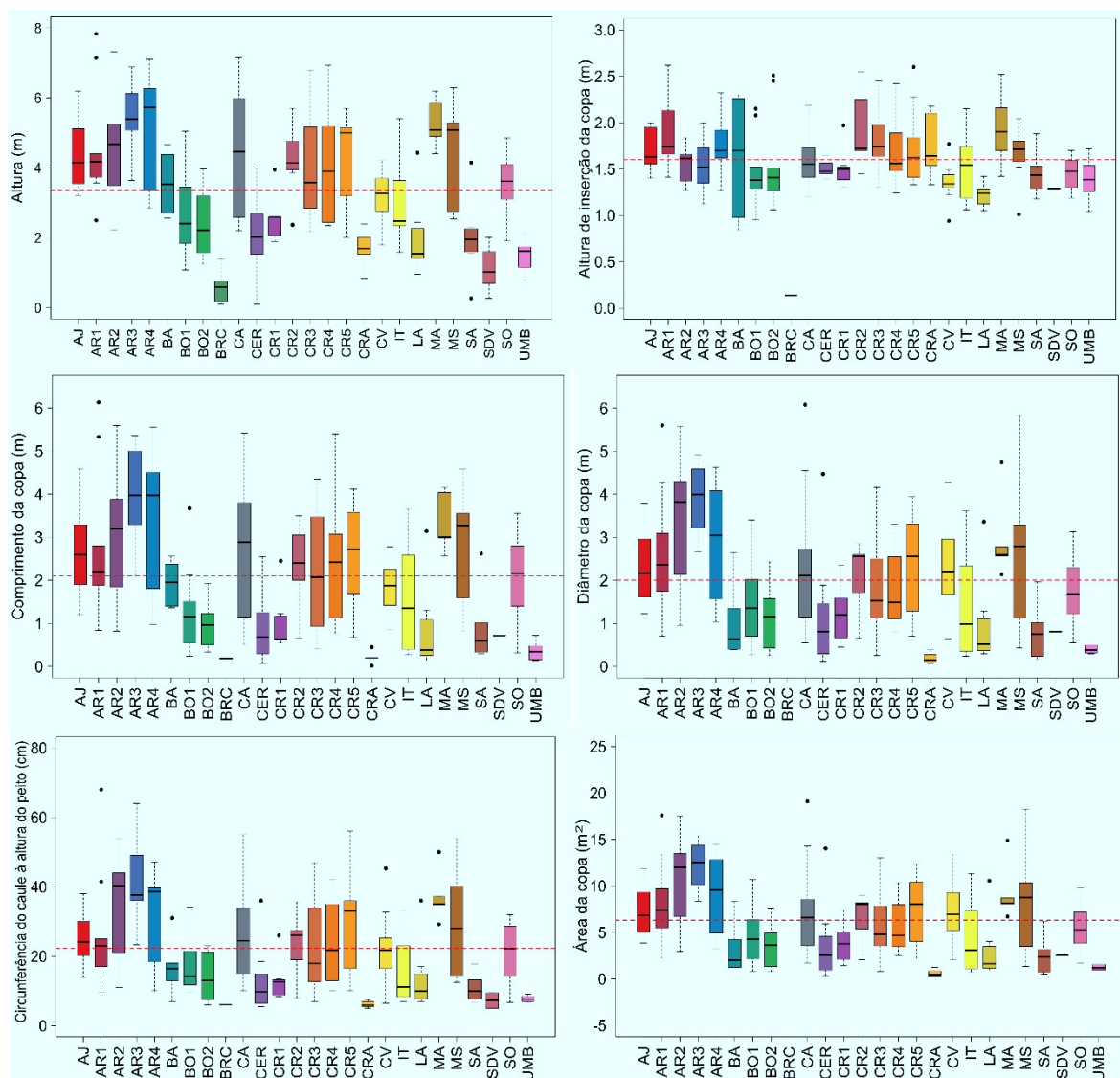


Figura 8. Representação Boxplot para os descritores morfológicos avaliados em acessos de jenipapeiro.

*Linha vermelha pontilhada é referente à média geral da característica. BA: Bahia; CR1: Criolo1, CR2: Criolo2, AJ: Aracaju, CR3: Criolo3, CR4: Criolo4, CR5: Criolo5, CA: Caueira, AR1: Arauá1, AR2: Arauá2, AR3: Arauá3, AR4: Arauá4, MA: Maruim, CV: Cascavel, MS: Mem de Sá, IT: Itaporanga, LA: Laranjeiras, SO: Socorro, SA: Sabinópolis, SDV: Salto da Divisa, CRA: Cruz das Almas. CER: Cerrado, BRC: Branco, UMB: Umbaúba.

Em relação à altura, observou-se que entre os acessos com 12 anos de idade, o CR1 foi o único com média abaixo da geral (3,37 m). Os acessos com 11 anos, que apresentaram as maiores médias, foram MS e SO, e em relação aos indivíduos mais jovens, todos atingiram médias abaixo da geral. O acesso com maior variação em relação à altura foi o CA, e nos acessos AR1, BRC, CRA, CR1, SA e UMB houve menor variação. O acesso BRC apresentou menor altura (0,57 m), mesmo quando comparado ao UMB (1,51 m), ambos introduzidos no mesmo período, há três anos. O AR apresentou maior altura média (5,47 m), com 12 anos de idade. Entre os acessos de 9 a 14 anos, o SDV exibiu menor média (1,12 m) (Figura 9; Tabelas 5 e 6).

Para inserção da copa, os valores médios variaram de 0,14 m a 1,94 m, com média de 1,60 m. Para essa característica, o BRC teve o menor valor médio (0,14 m) e o MA apresentou o maior (1,94 m) (Figura 9; Tabelas 5 e 6). Destacou-se o acesso CV, com média de inserção da copa de 1,35 m (abaixo da média geral), mas, ao observar a planta como um todo, por possuir a maior altura, demonstrou grande potencial, pois pode facilitar a colheita dos frutos e diminuir os danos mecânicos.

Observou-se que a inserção da copa nos acessos BA (15 Anos), CR2, CR3, CR4, CR5, AJ, AR1, AR4, MA (12 anos), MS, SO (11 anos) e o CRA (9 anos) foi acima da média geral. Os acessos BO1, BO2, CR1 e CV, apesar de estarem abaixo da média geral, tiveram indivíduos discrepantes ao grupo, com valores acima da média geral. Também foram observadas discrepâncias nos acessos CR5 e MS. Os acessos BRC e SDV apresentaram menor variabilidade e o BA, a maior. Para o acesso BRC não foi possível coletar os dados devido à idade das plantas (Figura 9; Tabelas 5 e 6).

O comprimento da copa variou de 0,19 m (acesso BRC) a 3,95 m (acesso AR3), com média geral de 2,10 m, sendo que o acesso BA mostrou-se abaixo da média geral, já os acessos com 12 anos de idade, somente o acesso CR1 demonstrou abaixo da média geral e, dos acessos menores de 12 anos de idade, o acesso MS foi o único a se destacar com média acima da média geral. Também pode-se ressaltar o acesso CRA, pois apresenta seus indivíduos com valores muito próximos da mediana e pouca variação entre eles, com exceção de dois indivíduos que exibiram valores discrepantes. Os acessos BRC e SDV apresentaram baixa variabilidade e AR4 e CA foram os acessos que apresentaram a maior (Figura 9; Tabelas 5 e 6).

Para diâmetro de copa, apresentaram valores acima da média geral (2,01 m) os acessos CR2, CR5, AJ, CA, AR1, AR2, AR3, AR4, MA, CV e MS, sendo 9 com 12 anos e 2 com 11 anos. No BRC não foi possível coletar dados devido às plantas serem muito jovens. Os acessos CRA, MA, SDV e UMB apresentaram menor variabilidade, e os acessos AR2, AR4 e MS apresentaram maior variabilidade (Figura 9; Tabelas 5 e 6).

Para a área da copa, os valores variaram entre 0,64 m² e 12,12 m², sendo no CRA a menor área e AR3, o de maior. Os acessos que se encontraram acima da média foram CR2, CR3, CR4, CR5, AJ, CA, AR1, AR2, AR3, AR4, MA e MS, sendo 11 com 12 anos e 1 com 11 anos. Os acessos CRA, MA, SDV e UMB apresentaram menor variabilidade, e AR2, AR4 e MS, maior.

Para a circunferência do caule à altura do peito foram obtidos valores entre 0,06 m e 0,41 m, respectivamente, os valores são dos acessos BRC (3 anos de idade) e AR3 (12 anos de idade) (Figura 9; Tabelas 5 e 6). Notou-se que os acessos CR2, CR4, CR5, AJ, CA, AR1, AR2, AR3, AR4, MA e MS mantiveram suas medianas acima da média geral. De modo geral, esse descritor morfológico foi o que apresentou maior número de indivíduos discrepantes. Os acessos de menor variabilidade foram BRC, CRA, SDV e UMB, e os que apresentaram maiores variabilidade foram AR2, AR4, CA, CR3, CR4, CR5 e MS (Figura 9; Tabelas 5 e 6).

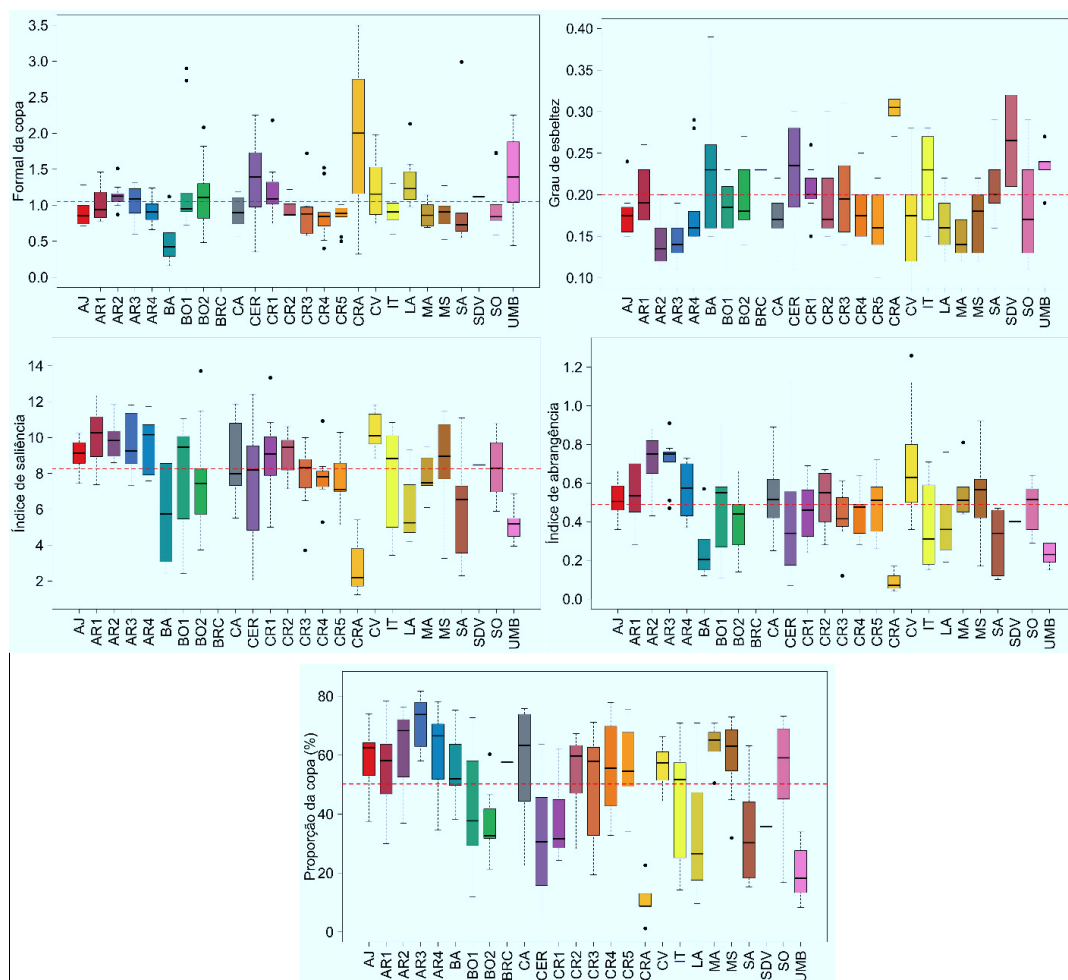


Figura 9. Representação Boxplot para os índices morfométricos avaliados em acessos de jenipapeiro.

*Linha vermelha pontilhada é referente a média geral da característica. BA: Bahia; CR1: Criolo1, CR2: Criolo2, AJ: Aracaju, CR3: Criolo3, CR4: Criolo4, CR5: Criolo5, CA: Caueira, AR1: Arauá1, AR2: Arauá2, AR3: Arauá3, AR4: Arauá4, MA: Maruim, CV: Cascavel, MS: Mem de Sá, IT: Itaporanga, LA: Laranjeiras, SO: Socorro, SA: Sabinópolis, SDV: Salto da Divisa, CRA: Cruz das Almas, CER: Cerrado, BRC: Branco, UMB: Umbaúba.

Dentre os índices morfométricos houve uma maior variação entre os acessos (Figura 10; Tabela 5). O índice de proporção da copa apresentou o acesso AR3 como o de maior vigor com 71% e o acesso que apresentou menor vigor foi o CRA com 10%.

Observou-se que dos 26 acessos, 11 ficaram abaixo da média geral no índice da proporção da copa, sendo eles: CR1, CR3, IT, LA, BO1, BO2, SA, SDV, CRA, CER e UMB, mas foi observado que a maioria dos acessos encontraram-se acima da média geral, demonstrando uma boa vitalidade. O BRC, com três anos de idade, se destacou dos acessos de 3 a 10 anos, sendo o único acima da média geral (Figura 9; Tabelas 5 e 6).

A média do grau de esbeltez foi de 0,20, apresentando o acesso AR3 como o de menor valor para esse índice, e o acesso BA, o de maior (Figura 10). Esse índice é a relação entre a altura total da árvore e o CAP, e tende a diminuir com a idade, quando ocorre uma estabilidade. O seu aumento indica que as mesmas estão crescendo mais em altura do que em diâmetro, e quanto maior o GE, maior a instabilidade da árvore, sendo mais vulneráveis ao vento (COSTA et al., 2009). Em relação ao gráfico, observou-se que os acessos BA, IT, SA, SDV, CRA, CER, BRC e UMB apresentaram média acima da

média geral. Todos os acessos com 12 anos se encontraram na média ou abaixo da média geral, demonstrando que o BAG apresenta uma boa estabilidade. Os acessos BRC e UMB foram de menor variabilidade em relação ao GE, e os acessos BA, CER, CV, IT, SDV e SO com maior variabilidade (Figura 10).

Os resultados para o índice de saliência foram maiores para os acessos AR1 e CV, com índices maiores que 10. Com valores abaixo da média (8,26) foram os acessos BA, CR3, CR4, CR5, MA, IT, LA, BO1, BO2, SA, CRA, CER e UMB. O Índice de Saliência (IS) é a relação entre o diâmetro de copa e o CAP e indica quantas vezes o diâmetro de copa é maior que o CAP, e a correlação dessas duas variáveis é de suma importância ao manejo florestal, sendo capaz de explicar até a qualidade da área, uma vez que, quanto menor for essa relação, melhor é a qualidade (ZIMMERMANN et al., 2016). Notou-se que os acessos CR4, SDV e UMB apresentaram menor variabilidade entre os indivíduos, e os acessos BA, CER e IT, maior variabilidade. Contudo, os acessos BO2, CR1, CR3 e CR4 apresentaram indivíduos discrepantes do grupo (Figura 10).

O índice de abrangência médio foi 0,49, apresentando diferença entre os acessos de menor abrangência (CRA: 0,04) e o de maior (CV: 1,26). No estudo de Ricken et al. (2020), em área florestal natural, verificou-se que à medida que aumentou o CAP, a altura total, o diâmetro de copa, a área de copa e o índice de abrangência também aumentaram, resultando em uma correlação positiva. Portanto, o índice de abrangência (IA), que é a relação entre diâmetro de copa e altura total, pode ser usado como critério para tomada de decisão em um plano de desbaste. No gráfico boxplot de índice de abrangência observou-se que os acessos AR3, CRA, SDV e UMB apresentaram menor variabilidade entre os indivíduos, e destacaram-se os acessos com maior variabilidade CRE, IT e SA. Também pode ressaltar os acessos AR3, BA, CR3, CV e MA, que obtiveram indivíduos com discrepâncias. O acesso BRC não obteve dados devido à planta ser muito jovem (Figura 10).

Houve grande amplitude nos valores obtidos para o índice formal de copa (FC), que variou entre 0,16 (acesso BA) e 3,50 (acesso CRA), com média de 1,05. Esse índice é a relação entre o diâmetro e a altura de copa, e quanto menor, melhor será a produtividade da planta, então valores baixos indicam árvores com copas esbeltas, enquanto valores altos indicam copas arredondadas (ORELLANA et al., 2008). No boxplot para esse índice, observou-se o maior número de acessos com menor variabilidade quando comparando com os demais índices morfométricos, com exceção dos acessos CER, CRA e UMB, sendo o CRA o de maior variabilidade. Também foi observado o maior número de discrepância entre eles (Figura 10).

Na análise de correlação de Pearson (Figura 11), a inserção da copa (IC) e o índice de saliência (FC) não apresentaram coeficientes de correlação significativos com as demais características. Um coeficiente de correlação quantifica o grau em que a variação em uma característica reflete a variação em outra característica, fornecendo uma medida da intensidade de associação (biológica ou de outro tipo) entre duas características (SANTANA et al., 2021).

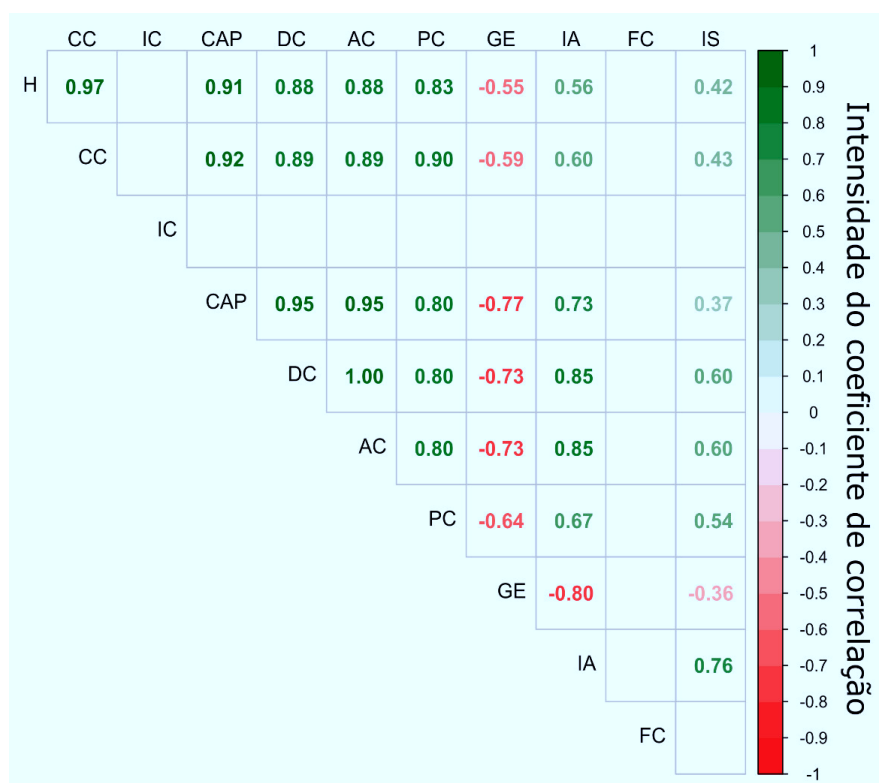


Figura 10. Coeficientes de correlação de Pearson entre as características morfológicas e índices morfométricos na avaliação de acessos de jenipapeiro. *Células com coeficientes em branco não foram significativos ($P < 0,05$).

H: altura; CC: comprimento da copa; IC: inserção da copa; CAP: circunferência à altura do peito; DC: diâmetro do caule; AC: área da copa; IA: índice de abrangência; PC: proporção da copa; GE: Grau de esbeltez; FC: Formas da copa; IS: Índice de saliência

Todos os coeficientes de correlação entre as características morfológicas apresentaram correlação positiva altamente significativos a 5% de probabilidade (Figura 11).

O maior coeficiente de correlação foi entre DC e AC ($r = 1,00$), e o menor coeficiente de correlação ($r = 0,88$) foi entre os pares (H e DC) e (H e AC) (Figura 11), quando se analisou a proporção da copa e índice de abrangência ($r = 0,67$), proporção da copa e índice de saliência ($r = 0,54$) e índice de abrangência e índice de saliência ($r = 0,76$). Enquanto que os coeficientes de correlação negativa e significativa foram encontrados entre PC e GE ($r = -0,64$); GE e IA ($r = -0,80$) e IS e GE ($r = -0,36$), indicando que quanto maior um índice morfométrico menor será o valor do outro índice. O maior coeficiente foi entre a PC e o CC ($r = 0,90$) e o menor, entre IS e CAP ($r = 0,37$) (Figura 11).

As características morfológicas se apresentaram diretamente proporcionais à proporção da copa, indicando a vitalidade da planta. O índice de abrangência também está diretamente proporcional, ligado às características morfológicas e seus valores são importantes para a tomada de decisão de desbaste. Notou-se que os coeficientes negativos foram obtidos entre o GE e as características morfológicas, os quais apresentaram menor coeficiente o GE e a altura ($r = -0,55$) e maior resultado circunferência à altura do peito ($r = -0,77$) (Figura 11). O GE apresentou-se inversamente proporcional às características morfológicas, demonstrando que os indivíduos do BAG encontram-se em crescimento, pois a tendência do GE é diminuir com a idade quando ocorre uma estabilidade.

Sobre a frutificação, ainda é um evento pouco estudado no BAG. Algumas intercorrências dificultam sua avaliação mais ampla, que envolveria a caracterização físico-química dos frutos, por exemplo, o roubo de frutos pela vizinhança local e a dificuldade de mão-de-obra. A última avaliação da frutificação ocorreu em março de 2022 (Tabela 7). Observou-se que dos 12 acessos que se encontravam em frutificação, oito deles têm 12 anos de idade (CR2, CR5, CA, AR1, AR2, AR3, AR4 e MA), três com 11 anos (CV, MS e LA) e o mais precoce deles, o CRA, com nove anos de idade.

Tabela 7. Avaliação da frutificação no Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo da Embrapa Tabuleiros Costeiros. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil. 2022.

Acesso	Idade (anos)	N. de plantas	Número de plantas em frutificação	Percentual de frutificação (%)
CR2	12	9	1	11,1
CR5	12	9	1	11,1
CA	12	10	1	10
AR1	12	10	1	10
AR2	12	10	4	10
AR3	12	10	3	10
AR4	12	10	3	10
MA	12	5	2	40
CV	11	10	2	20
MS	11	10	2	20
LA	11	8	1	12,5
CRA	9	10	1	10

CR2: Povoado Criolo 2; CA: Caueira; AR2: Arauá 2; AR3: Arauá 3; AR4: Arauá 4; MA: Maruim; CV: Cascavel; MS: Ilha Mem de Sá; LA: Laranjeiras; CRA: Cruz das Almas.

Ao longo de 14 anos de existência do BAG Jenipapo e pesquisas sobre seus recursos genéticos, alguns resultados oriundos desse material encontram-se disponíveis para a comunidade científica (Tabela 8). Foram 19 artigos, um livro, dois capítulos de livro, três publicações técnicas, três teses e cinco dissertações.

Tabela 8. Produção técnico-científica oriunda do Banco de Germoplasma de Jenipapo da Embrapa Tabuleiros Costeiros.

Tema	Referência
Artigos Científicos	
Diversidade genética e conservação <i>ex situ</i>	Melo et al. (2021)
Conservação de eixos embrionários	Nascimento et al. (2020)
Bioativos	Jesus et al. (2020)
Diversidade genética	Cardoso et al. (2019)
Conservação, utilização e diversidade química e genética	Jesus et al. (2019a)
Bioativos	Jesus et al. (2019b)
Substrato para produção de mudas	Silva et al. (2018b)
Indução e crescimento de calos	Oliveira et al. (2018)
Morfogênese	Oliveira et al. (2017)
Propagação <i>in vitro</i> e aclimação	Sá et al. (2016)
Identificação do sexo	Silva et al. (2015a)
Encapsulamento, crioproteção e desidratação de ápices caulinares	Sá et al. (2015)
Conservação <i>in vitro</i>	Ledo et al. (2015)
Substratos para produção de mudas	Silva et al. (2014)
Propagação <i>in vitro</i>	Almeida et al. (2013)
Conservação <i>ex situ</i>	Silva et al. (2013)
Propagação <i>in vitro</i>	Ledo et al. (2013)
Pós-colheita de frutos	Silva et al. (2008a)

Pós-colheita de frutos	Silva et al. (2008b)
Livros e Publicações Técnicas	
Recursos genéticos	Muniz e Ledo (2021)
Descritores para Jenipapo	Silva, Ledo e Silva Júnior (2020)
Recursos genéticos	Silva, Ledo e Melo (2018)
Calogênese <i>in vitro</i>	Oliveira et al. (2020)
Conservação <i>ex situ</i>	Silva et al. (2017)
Pós-colheita de frutos	Silva et al. (2009)
Teses e Dissertações	
Diversidade genética e propagação	Cardoso (2019)
Bioativos	Jesus (2019)
Criopreservação	Nascimento (2018)
Diversidade genética	Melo (2016)
Propagação <i>in vitro</i>	Oliveira (2016)
Propagação <i>in vitro</i>	Sá (2014)
Propagação <i>in vitro</i>	Almeida (2013)
Diversidade morfológica e genética	Freire (2012)

Os estudos sobre diversidade têm mostrado a necessidade de estabelecer estratégias que permitam a recuperação e o aumento da diversidade genética tanto *in situ* quanto *ex situ*. Os resultados da cultura de tecidos têm avançado e a expectativa é ter alguns acessos do BAG mantidos *in vitro*. Os descritores para espécie (SILVA, LEDO e SILVA JÚNIOR, 2020) foram fundamentais para a execução deste trabalho.

Os resultados obtidos nesse trabalho irão subsidiar o sistema ALELO de recursos genéticos da Embrapa, direcionar futuras pesquisas e auxiliar na manutenção desse germoplasma.

4.4 Conclusões

O BAG Jenipapo está em constante atividade de enriquecimento e avaliação.

Os acessos estão conservados, bem adaptados à região e há variabilidade fenotípica entre eles.

O acesso Cascavel (CV) se destaca com características únicas, como ramos horizontais e folhas pilosas.

Os acessos mais divergentes apresentam características de interesse agrônomicos como: altura de inserção da copa baixa e distribuição dos ramos horizontal, pois facilitam na colheita.

Nove acessos apresentaram boa qualidade de área e vitalidade, demonstrando o quanto o jenipapeiro é adaptado a essa região.

4.5 Referências

ALMEIDA, C. S. **Propagação e conservação in vitro de acessos de jenipapeiro**. 2013. 87p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2013. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/3296>

ALMEIDA, C. S.; LÉDO, A. S.; ARAUJO, A.; SILVA, A. V. C.; SILVA JUNIOR, J. F.; SANTOS, J. E.; RIBEIRO, M. M. J.; VILANOVA NETA, J. L. Efeito do meio de cultura na germinação in vitro do jenipapeiro. **Scientia Plena**, v. 9, p. 1-6, 2013.

ALMEIDA, C. S.; SILVA, A. V. C.; ARAUJO, A. G.; LEDO, A. S. Respostas morfogênicas de jenipapeiro em diferentes condições de cultura in vitro. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 58-64, 2015.

ALMEIDA, V. G.; MOURA, E. N.; VIEIRA, G. T.; Espécies vegetais utilizadas em áreas degradadas pela mineração. **Research, Society and Development**, 8 (3), 1-15. 10.33448/rsd-v8i3.710, 2019.

BRAGA, C. S.; RODRIGUES, D. V.; BISPO, R. B.; GÖTTER, V.; MARTINS, K. C.; SOUSA, S. A. M. Caracterização e diversidade genética de espécies do gênero *Passiflora* com base em características físicas e químicas dos frutos. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.15, n.2, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5327/rcaa.v15i2.2002>

BURLE, M. B. **Conservação de recursos genéticos vegetais na Embrapa – histórico e perspectivas futuras**. Comunicado Técnico, 206, Embrapa: Brasília – DF, 2019. 14p.

BROETTO, F.; GOMES, E. R.; JOCA, T. A. C. **O estresse das plantas: Teoria e prática**. Cultura Acadêmica, 2017. 194p.

CARDOSO, M. N. **Diversidade genética e efeito da secagem e salinidade na propagação do jenipapeiro**. 2019. 67p. Tese (Doutorado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2019.

CARDOSO, M. N.; NASCIMENTO, A.L.S.; OLIVEIRA, L.A.R.; ASSUNCAO, D. A.; MACHADO, C.A.; OLIVEIRA, A.C.A.; JESUS, A.S.; LEDO, A.S.; ARCHIMINIO, R.S.; RABBANI, A.R.C. ; SILVA, A.V.C. Genetic diversity in native *Genipa americana* (Rubiaceae) populations in Sergipe, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 18, p. 18119, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4238/gmr18119>

COSTA, J. R.; CASTRO, A. B. C.; WANDELLI, E. V.; CORAL, S. C. T.; SOUZA, S. A. G. Aspectos silviculturais da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 39, n.4, p. 843 – 850, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672009000400013>

CRUZ, M. P.; CAMPOS, J. B.; TOREZAN, J. M. D. Influência da topografia e da abertura do dossel na estrutura do componente herbáceo-arbustivo em dois fragmentos florestais na planície de inundação do alto rio Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 191-205, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509831652>

ENGELS, J. M. M.; EBERT, A. W. A. Critical Review of the Current Global Ex Situ Conservation System for Plant Agrobiodiversity. I. History of the Development of the Global System in the Context of the Political/Legal Framework and Its Major Conservation Components. **Plants**, v.10, n.8, 1557, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10081557>

FREIRE, K.C.S. **Caracterização morfoagronômica e molecular do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapeiro em Sergipe**. 2012. 44p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2012.

GOMES, M. Genipa. In: **FLORA do Brasil 2020 em construção**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB14044>. Acesso em: 27 maio 2020.

GUALBERTO, N. C.; OLIVEIRA, C. S.; NOGUEIRA, J. P.; JESUS, M. S.; ARAUJO, H. C. S.; RAJAN, M.; NETA, M. T. S. L.; NARAIN, N. Bioactive compounds and antioxidant activities in the agro-industrial residues of acerola (*Malpighia emarginata* L.), guava (*Psidium guajava* L.), genipap (*Genipa americana* L.) and umbu (*Spondias tuberosa* L.) fruits assisted by ultrasonic or shaker extraction. **Food Research International**, v.147, 110538, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110538>

HANSEN, D. S. **Marcadores agronômicos e moleculares na caracterização de jenipapeiros do recôncavo baiano**. 2006. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas-BA, 2006.

JESUS, A. S. **Quimiodiversidade e bioatividade do óleo essencial e extrato de folhas de *Genipa americana* L. a *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae)**. 2019. 41p. Tese em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2019. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/11656>

JESUS, A. S.; SENA FILHO, J. G.; COELHO, C. R.; TEODORO, A. V.; SILVA, A. V. C.; JUMBO, L. V. Bioactivity of iridoids of *Genipa americana* against the coconut mite *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae). **Revista de Protección Vegetal**, v. 35, p. 1-8, 2020.

JESUS, A. S.; SENA FILHO, J. G.; TEODORO, A. V.; CARDOSO, M. N.; NASCIMENTO, A.L.S.; LEDO, A.S.; SILVA, A. V. C. Conservation, Utilization, Genetic and Chemodiversity of Germplasm of Genipap (*Genipa Americana* L.) in Brazil. **Current Trends in Biomedical Engineering & Biosciences**, v. 18, p. 555995, 2019a.

JESUS, A. S.; COELHO, C. R.; BARRETO, I. C.; SENA FILHO, J. G.; NOGUEIRA, P. C. L.; TEODORO, A.V.; SILVA, A.V.C. Composition and Bioactivity of Essential Oil From the Leaves of *Genipa americana* Against the Coconut Mite *Aceria guerreronis*. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, p. 197, 2019b.

JIROUTOVÁ, P.; SEDLÁK, J. Cryobiotechnology of Plants: A Hot Topic Not Only for Gene Banks. **Appl. Sci.** 2020, 10, 4677; doi:10.3390/app10134677

KOVÁCS, Z.; CSERGŐ, A. M.; HÖHN, M. Ex situ conservation in botanical gardens – challenges and scientific potential preserving plant biodiversity. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v.49, n.2, p. 12334, 2021. DOI:10.15835/nbha49212334

LEDO, A. S.; ALMEIDA, C. S.; ARAUJO, A.; SILVA, A. V. C.; SILVA JUNIOR, J. F. Efeito do ácido abscísico na redução do crescimento in vitro do aceso de jenipapeiro Núcleo Bandeirante. **Revista Magistra**, v. 25, p. 296-297, 2013.

LEDO, A. S.; ALMEIDA, C. S.; SILVA, A. V. C.; SILVA JUNIOR, J. F.; ARAUJO, A. Medium-term conservation and regrowth of the tropical multipurpose species *Genipa americana*. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 3885-3892, 2015.

MELO, M. F. V. **Diversidade genética, estrutura genética espacial, sistema de reprodução e fluxo gênico em jenipapo (*Genipa americana* L.) utilizando marcadores microssatélites**. 2016. 64p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/148669>

MELO, M. F. V.; SEBBENN, A. M.; ROSSINI, B. C.; SILVA, A. V. C.; RODRIGUES, C. J.; MARINO, C. L.; MORAES, M. L. T. Estimating genetic diversity, mating system and pollen dispersal to inform ex situ conservation of tree *Genipa americana* L. **Plant Genetic Resources-Characterization and Utilization**, p. 1-11, 2021.

MUNIZ, A. V. C. S.; LEDO, A. S. Banco genético de jenipapo. In: SILVA JÚNIOR, J. F.; SOUZA, F. V. D.; PÁDUA, J. G. **A arca de Noé das frutas nativas do Brasil**. 1ed. Aracaju: Embrapa, v. 1, p. 150-154, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1136847/a-arca-de-noe-das-frutas-nativas-brasileiras?link-banner-inicial>

NASCIMENTO, C. M. **Criopreservação e sementes sintéticas de jenipapeiro**. 2018. 53p. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2018. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/11712>

NASCIMENTO, C. M.; OLIVEIRA, L. A. R.; SILVA, A. V. C.; CASTRO, E. M.; LEDO, A. S. Long term conservation of embryonic axes of genipap accessions. **Scientia Plena**, v. 16, p. 1-11, 2020.

OLIVEIRA, A. C. A. **Morfogênese e calogênese in vitro em jenipapeiro**. 2016. 42p. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2016. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/3018/1/ANNIE_CAROLINA_ARAUJO_OLIVEIRA.pdf

OLIVEIRA, A. C. A.; MACHADO, C. A.; OLIVEIRA, L. A. R.; PADILHA, F. F.; SILVA, A. V. C.; LÉDO, A.S. Induction and growth curve of calli from leaf and nodal explants of genipap. **Bioscience Journal**, v. 34, p. 161-167, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v34n6a2018-39708>

OLIVEIRA, A. C. A.; MACHADO, C. A.; OLIVEIRA, L. A. R.; LEDO, A. S. In vitro morphogenic response from zygotic embryos of *Genipa americana*. **Ciência Rural**, v. 47, p. 1-3, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20161028>

OLIVEIRA, A. C. A.; SANTANA, F. V.; MACHADO, C. A.; OLIVEIRA, L. A. R.; PADILHA, F.; SILVA JUNIOR, J. F.; SILVA, A. V. C.; LEDO, A. S. **Calogênese in vitro a partir de explantes de jenipapeiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2020. 24p. (informação técnica). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1127098>

ORELLANA, E.; KOEHLER A. B. Relações morfométricas de *Ocotea odorifera* (Vell.). **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 6, n. 2, p. 229-237, 2008. DOI: <https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v6i2.10496>

RICKEN, P.; HESS, A. F.; MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; NAKAJIMA, N. Y.; HOSOKAWA, R. T. Morfometria de *Araucaria angustifolia* em diferentes altitudes no Sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 40, e201902066, p. 1-11, 2020. DOI: 10.4336/2020.pfb.40e201902066.

SÁ, F. P **Aplicações de técnicas de cultura de tecidos para a propagação e criopreservação de jenipapeiro e coqueiro**. 2014. 75p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2014.

SÁ, F. P.; LEDO, A. S.; SILVA, A. V. C.; AMORIM, J. A. E.; PASQUAL, M. In vitro propagation and acclimatization of jenipapo accessions. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, p. 155-163, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-70542016402036015>

SÁ, F. P.; SOUZA, F. V. D.; Silva, A. V. C.; LEDO, A. S. Encapsulamento, crioproteção e desidratação na capacidade regenerativa de ápices caulinares de *Genipa americana*. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1939-1945, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140579>

SANTANA, J. G. S.; SANTOS, P. S.; FREITAS, L. S.; SOARES, F. S.; AMBRÓSIO, M.; MUNIZ, E. N.; LEDO, A. S.; MUNIZ, A. V. C. S. Phenotypic characterisation of the germplasm bank of mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), a unique Brazilian native fruit, with emphasis on its high vitamin C content. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 49, n. 4, p. 361-373, 2021. DOI: 10.1080/01140671.2021.1898990

SANTOS, C. S.; DALMOLIN, A. C.; SANTOS, M. S.; SANTOS, R. B.; LIMA, T. M.; PÉREZ-MOLINA, J. P.; MIELKE, M. S. Morphometry of the fruits of *Genipa americana* (Rubiaceae): a case study from the southern coast of Bahia, Brazil. **Rodriguésia**, v. 72, e00652020, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860202172101>

SILVA, A. R.; SILVA, S. A.; SANTOS, L. A.; SOUSA, D. R.; ARAUJO, G. M.; MOUREIRA, R. F. C. Genetic divergence among castor bean lines and parental strains using ward's method based on morpho-agronomic descriptors. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 39, n. 3, p. 307-313, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v39i3.32504>

SILVA, A. V. C.; FREIRE, K. C. S.; LEDO, A. S.; RABBANI, A. R. C. Diversity and genetic structure of jenipapo (*Genipa americana* L.) Brazilian accessions. **Scientia Agricola**, v. 71, p. 387-393, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0038>

SILVA, A. V. C.; LEDO, A. S.; SILVA JUNIOR, J. F.; VITÓRIA, M. F.; NASCIMENTO, A. L. S.; ROCHA JUNIOR, V. F.; FREIRE, K. C. S.; OLIVEIRA, J. M. S. P. **Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2017. (informação técnica). Disponível em:

<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1088335/banco-ativo-de-germoplasma-do-jenipapo>

SILVA, A. V. C.; LEDO, A. S.; MELO, M. F. V. *Genipa americana*: jenipapo. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYIN, F. G. C. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro: região Nordeste. Brasília, DF: MMA, 2018a. p. 169-176.

SILVA, A. V. C.; LÉDO, A. S.; JÚNIOR, J. F. S. **Descritores para jenipapeiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 63 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1128759/descritores-para-o-jenipapeiro-genipa-americana-l>

SILVA, A. V. C.; MUNIZ, E. N.; ALMEIDA, C. S.; VITÓRIA, M. F.; MELO, M. F. V.; LEDO, A. S.; RABBANI, A. R. C. Genetic diversity and sex identification in *Genipa americana* L. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 18, p. 81-86, 2015a.

SILVA, A. V. C.; MUNIZ, E. N.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M. A. G.; NARAIN, N.; SILVA, C. A. Comportamento pós-colheita de jenipapo sob refrigeração. **Proceedings of the Tropical Region – American Society for Horticultura Science**, v. 52, p. 177-179, 2008a.

SILVA, A. V. C.; MUNIZ, E. N.; YAGUIU, P.; SILVA, C. A.; CARNELOSSI, M. A. G.; NARAIN, N. Uso de embalagem e refrigeração no armazenamento de jenipapo. **Proceedings of the Tropical Region – American Society for Horticultura Science**, v. 52, p. 173-176, 2008b.

SILVA, A. V. C.; SILVA JUNIOR, J. F.; LEDO, A. S.; VITÓRIA, M. F. Banco de Germoplasma de Jenipapo. **Revista Magistra**, v. 25, p. 74-75, 2013.

SILVA, A. V. C.; SOARES, A. N. R.; CARDOSO, M. N.; MELO, M. F. V.; MUNIZ, E. N.; LEDO, A. S. Evaluation of Substrates for Jenipapo (*Genipa americana* L.) Seedlings Production. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 352-358, 2018b. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v10n2p352>

SILVA, A. V. C.; YAGUIU, P. **Caracterização físico-química de jenipapo**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 4p. (informação técnica). Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacao/748912/caracterizacao-fisico-quimica-de-jenipapo>

SILVA, E. F.; JÚNIOR, J. F. S.; NASCIMENTO, W. F.; SILVA, A. C. B. L. Genetic resources of mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) in protected areas in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.44, n.1, e-834, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452022834>

SILVA, T. R. G.; COSTA, M. L. A.; FARIAS, L. R. A.; SANTOS, M. A.; ROCHA, J. J. L.; SILVA, J. V. Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, e19710413817, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13817>

ZIMMERMANN, A. P. L.; COSTA, E. A.; SHRÖDER, T.; FLEIG, F. D. Modelagem do Incremento diamétrico de *pinus taeda* em função de variáveis da copa e índices de competição. **Revista Floresta**, v. 46, n. 1, p. 115 - 122, 2016. DOI: 10.5380/rf.v46i1.42424

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a análise realizada neste estudo foi possível conhecer detalhadamente cada acesso e também o histórico do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Tabuleiros Costeiros. O BAG possui um material diversificado e os resultados irão subsidiar estratégias de conservação do BAG e direcionar futuras pesquisas de melhoramento genético. É fundamental que sejam mantidas as ações de conservação, enriquecimento e avaliações. Recomenda-se que seja realizada a caracterização dos frutos e seus atributos de qualidade.