



# Conservação ex situ e caracterização morfoagronômica de germoplasma de jenipapeiro

Ex situ conservation and morphoagronomic characterization of genipap genebank

C. A. Santos<sup>1</sup>; J. G. S. Santana<sup>2</sup>; A. S. Ledo<sup>3</sup>; M. N. Cardoso<sup>4</sup>; A. V. C. Silva<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>PPGAGRI, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristovão – SE, Brasil

<sup>2</sup>Laboratório de Engenharia Agrícola LEAG, UENF, 28013-602, Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil

<sup>3</sup>Embrapa Tabuleiros Costeiros, 49025-040, Aracaju – SE, Brasil

<sup>4</sup>Consensul Sergipe, 49206-000, Umbaúba – SE, Brasil

\*ana.veruska@embrapa.br

(Recebido em 11 de fevereiro de 2023; aceito em 14 de março de 2024)

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, conservação 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 morfológicos (nove qualitativos e seis quantitativos) e cinco índices morfométricos, além do enriquecimento, taxa de sobrevivência, taxa de frutificação e pesquisas realizadas ao longo de 13 anos de existência do BAG. Houve êxito no enriquecimento, e na manutenção da 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 *G. americana*, oriundo de população natural de Cascavel, Ceará. O BAG possui ampla diversidade, acessos vigorosos e adaptados. O conhecimento dos descritores e da diversidade existente no germoplasma irá subsidiar estratégias de conservação e direcionar futuras pesquisas.

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

Genipap (*Genipa americana*) is a fruit species widely distributed in Brazil, although it has important nutritional and ecological characteristics. This study aimed to evaluate the enrichment, development and characterization of accessions from the Genipap Genebank of Embrapa Tabuleiros Costeiros. The genebank is located in the municipality of Nossa Senhora das Dores, Sergipe, Brazil and is composed of 28 accessions represented by 254 plants. We used 15 descriptors (nine qualitative and six quantitative) and 5 morphometric indices, in addition to enrichment, survival rate, fructification and publications in over 13 years of the genebank existence. There was success in enrichment, and maintenance of diversity. With the exception of two accessions that had 50% survival, the others had between 80 and 100%. The 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 CV accession, which also had the highest average height. The CV is from the species *G. americana* L, from the natural population of Cascavel, Ceará. The genebank has wide diversity, vigorous and adapted accessions. Knowledge of the descriptors and the diversity existing in the germplasm will support conservation strategies and guide future research.

Keywords: *Genipa americana*, genetic resources, morphometry.

## 1. INTRODUÇÃO

Entre centenas de espécies nativas que possuem grande potencial de exploração econômica, muitas ainda não foram descritas ou ainda não tem suas formas de utilização reconhecidas pela população [1]. O jenipapeiro (*Genipa americana* L.) é uma frutífera da família Rubiaceae, que é a quarta em diversidade entre as Angiospermas - possui cerca de 611 gêneros e 13.100 espécies [2] e que no Brasil consta de 1.406 espécies distribuídas em 126 gêneros [3]. A espécie ainda encontra-se em fase de domesticação, com cultivo caracterizado prioritariamente extrativista e possui importância social, ecológica, econômica e cultural nas áreas de ocorrência. Apresenta ampla distribuição geográfica, desde o México e Antilhas até o Norte da Argentina, e no Brasil é

encontrada em todos os biomas, exceto nos Pampas [4]. É considerada uma das frutíferas mais promissoras para programas de colheita sustentável [5]. 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, alimentícia e farmacêutica [6]. O licor é um importante elemento presente nas festas juninas do Nordeste brasileiro, especialmente nos estados da Bahia e Sergipe.

Do mesmo gênero, a *G. infundibuliformis* Zappi & Semir é endêmica do Brasil e conhecida como jenipapo do mato [4]. Ocorre principalmente nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Rio de Janeiro. No Espírito Santo ela encontra-se na Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção, desde 2005 [7]. Ambas as espécies, *G. infundibuliformis* e *G. americana*, reproduzem por apomixia e alogamia, são dióicas e a polinização ocorre principalmente por mamangavas (*Bombus morio*) [8]. São árvores perenifólias, monoicas ou dioicas funcionais, com reprodução cruzada, altura entre 8 e 14 m [4].

Há pouco menos de um século tem-se despertado para a conservação ex situ. Foi quando se percebeu que a erosão genética estava ameaçando variedades existentes das principais culturas alimentares. Assim, deu-se início a esforços globais para coletar e conservar a diversidade genética desses recursos ameaçados, predominantemente liderados pela FAO [9]. Com o aumento da população mundial, a criação de bancos de germoplasma é de extrema importância para enfrentar os desafios na segurança alimentar e nutricional, e a caracterização morfoagronômica é uma importante ferramenta para avaliação da diversidade [10]. Os descritores morfológicos qualitativos são de alta herdabilidade, visíveis e mensuráveis, pouco influenciados pelo ambiente, devem ser aplicados aos acessos para discriminar ou identificar duplicações. A avaliação também pode ser direcionada a aspectos de interesse da agricultura, por exemplo, resistência a doenças, à estresses abióticos, produtividade e suas aplicações em programas de melhoramento genético [11].

O Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo da Embrapa Tabuleiros Costeiros (BAG Jenipapo) é o fiel depositário de subamostras de componente do patrimônio genético da espécie no Brasil [12]. Foi implantado em 2009 e a avaliação dos seus acessos é feita anualmente desde 2010, o que resultou no primeiro manual de descritores para a espécie [4]. A diversidade genética desse BAG foi avaliada pela primeira vez por Silva et al. (2014)[13], sendo que o banco continha, na época, 160 genótipos. No BAG também tem sido desenvolvidos protocolos para micropropagação, criopreservação e embriogênese somática [14-19], e a avaliação de quimiodiversidade e bioatividade do óleo essencial, no qual se verificou que os compostos do óleo essencial e do extrato metanólico de folhas de acessos possuem potencial para auxiliar no controle do ácaro-da-necrose-do-coqueiro [*Aceria guerreronis* (Acari: Eryophyidae)] [20, 21].

Baseado no potencial da espécie e em perspectivas para seu uso sustentável, o objetivo deste trabalho foi avaliar o enriquecimento, a conservação e a 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.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo localiza-se no Campo Experimental Jorge Sobral, no Município de Nossa Senhora das Dores, Sergipe (10°29'30"S, 37°11'36"W e altitude de 204 m) (Figura 1). 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 [12]. Atualmente, conta com 28 acessos nominados de acordo com a localidade na qual foram coletados, e são representados por 254 indivíduos (Tabela 1). São 27 acessos da espécie *G. americana* e um de *G. infundibuliformis*. As coletas ocorreram de forma aleatória, em populações naturais em diferentes estados da federação.



Figura 1. Imagem aérea do Banco de germoplasma da Embrapa Tabuleiros Costeiros. Nossa Senhora das Dores, SE, 2022. Imagem: Edson Patto Pacheco (Embrapa Tabuleiros Costeiros).

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. 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 Men 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

As características morfoagronômicas (9 descritores qualitativos, 6 descritores quantitativos, e 5 índices morfométricos) avaliadas em 26 acessos (Tabela 2) foram selecionadas do Manual de Descritores para Jenipapo [4]. Avaliou-se também a taxa de sobrevivência, de frutificação e foi feito um levantamento de publicações oriundas do BAG.

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

Descritores qualitativos	Tipos
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, semi-coriácea, maleável, lisa
Presença de tricomas	Glabra, pilosa
Descritores quantitativos	
Altura da planta (H)	Determinada com o uso de clinômetro em plantas mais altas ou trepa 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 CC e H, expressa em percentagem através da fórmula $PC = CC/h*100$ .
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 DC e CAP ( $IS = DC/CAP$ ).
Índice de abrangência (IA)	Calculado pela relação entre DC e h ( $IA=DC/h$ ).
Formal da copa (FC)	Calculado pela relação entre DC e CC: $FC=DC/CC$ .

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 se utilizou a função `stat.desc` do pacote `pastecs`.

Para a 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 os descritores quantitativos 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 e  $\sigma^2$  é a variância.

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

## 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 *G. infundibuliformis*, representado por 10 plantas. Posteriormente foram inseridos acessos apenas da espécie *G. 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 introduzidas	Número de plantas vivas em 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. Os demais apresentaram percentual de sobrevivência entre 80 e 100% (Figura 2). Além das particularidades de cada acesso quanto à adaptabilidade na conservação *ex situ*, o percentual de sobrevivência do acesso BA pode estar relacionado a um incêndio ocorrido em 2013. Na ocasião, todas as 10 plantas que o representavam foram atingidas, e apenas seis rebrotaram e sobreviveram. Também foi observada a predileção de formigas e plantas invasoras por acessos específicos. 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 [22].

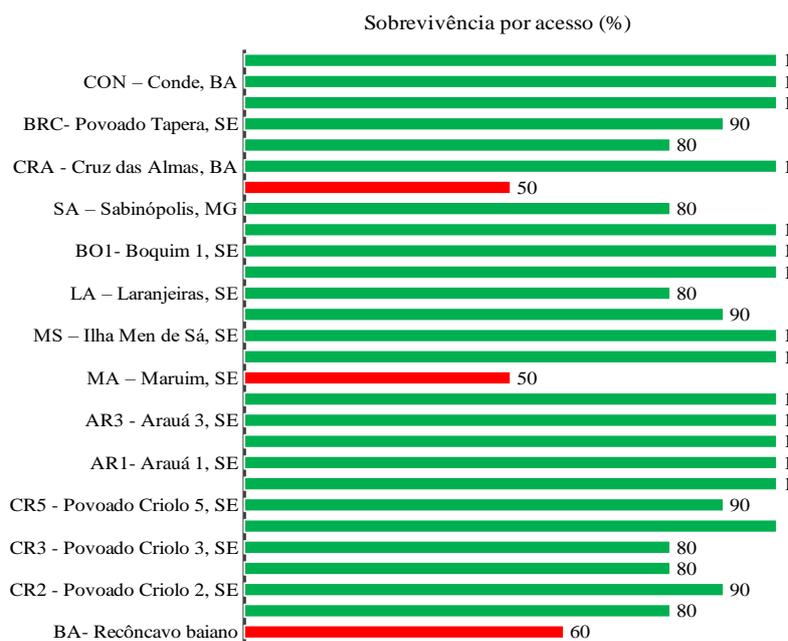


Figura 2. Porcentagem de sobrevivência, por acesso, do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo, no período de 2009 a 2022. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil. \*A cor vermelha indica os menores percentuais de sobrevivência.

Os percentuais relacionados aos descritores qualitativos estão apresentados na Tabela 4. Foi observado que no formato da copa prevaleceram apenas dois tipos: piramidal e o irregular, com porcentagens muito próximas (51,6% e 48,4%, respectivamente) (Figura 3). 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.

Tabela 4. Porcentagem dos descritores qualitativos observados nos acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jenipapo. Nossa Senhora das Dores, SE, Brasil. 2022.

Descritores	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	Semi-coriácea (100%)
Presença de tricomas	Glabra (94,6%), pilosa (5,4%)

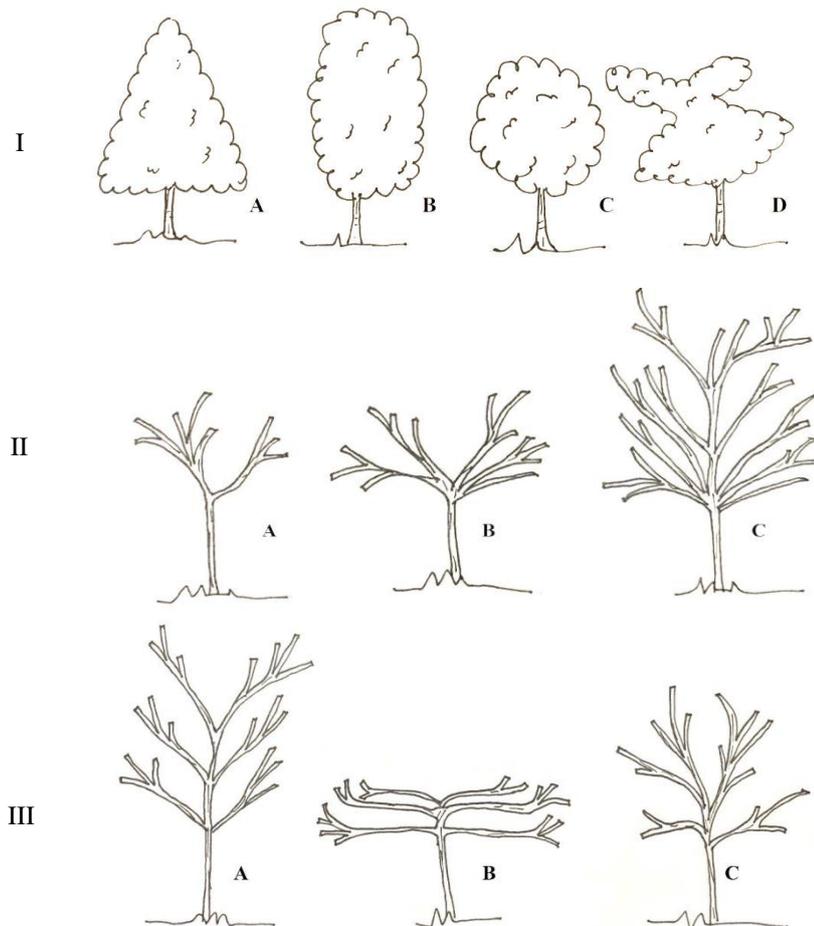


Figura 3. I - Formato da copa: Piramidal (A); Oblonga (B); Esférica (C); Irregular (D); II - Padrão de ramificação: Pouco ramificada (A); Intermediária (B); Muito ramificada (C); III - Distribuição dos ramos: Ascendente (A); Horizontal (B); Irregular (C). Fonte: Govaerts et al. (2013) [2].

O vigor apresentou valores muito próximos, sendo 37,5% fraco, o que pode estar associado à adaptabilidade ao local (Tabela 4). Os acessos que obtiveram a predominância de vigor fraco foram BA, com 83% dos seus indivíduos, CR1 com 75% e IT com 70%. O vigor forte foi observado em AR3 e MA, ambos com 80%. 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 classificada como muito ramificada (Tabela 4; Figura 3). Sobre a distribuição dos ramos, 76,21% dos indivíduos apresentou-se como ascendente (Tabela 4; Figura 3). 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. Em casos de estresses abióticos, as plantas respondem com fenômenos extremamente complexos, que envolvem alterações morfológicas, capazes de restringir o crescimento e desenvolvimento delas [23]. 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 dos descritores quantitativos e índices morfométricos foram apresentados como média para cada descritor, por acesso (Tabela 5), estatística descritiva (Tabela 6) e gráficos Boxplot (Figuras 4 e 5). A altura (H) variou de 0,57 m (BRC) a 5,47 m (AR3), com valor mínimo de 0,10 m (indivíduo do acesso BRC) e máximo de 7,83 m (indivíduo do acesso AR1), média de 3,37 m e desvio-padrão de 1,73. Observou-se que entre os acessos com 12 anos de idade, o CR1 foi o único abaixo da média geral. Os acessos com 11 anos, que apresentaram as maiores médias foram MS e SO, e em relação aos indivíduos mais jovens, todos se apresentaram abaixo da média geral. O acesso com maior variação foi o CA, e nos acessos AR1, BRC, CRA, CR1, SA e UMB houve menor variação. Em população nativa localizada na Bahia, a altura média foi de 11,29 m [24]. Devido às diferentes idades e constante introdução de novos materiais, pode-se dizer que o BAG encontra-se ainda em desenvolvimento.

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

Descritores Morfológicos Quantitativos							
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
<b>Índices morfométricos</b>							
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: Mariuim, CV: Cascavel, MS: Men 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 quantitativos 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 (%)
Descritores morfológicos quantitativos					
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 <sup>2</sup> )	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.

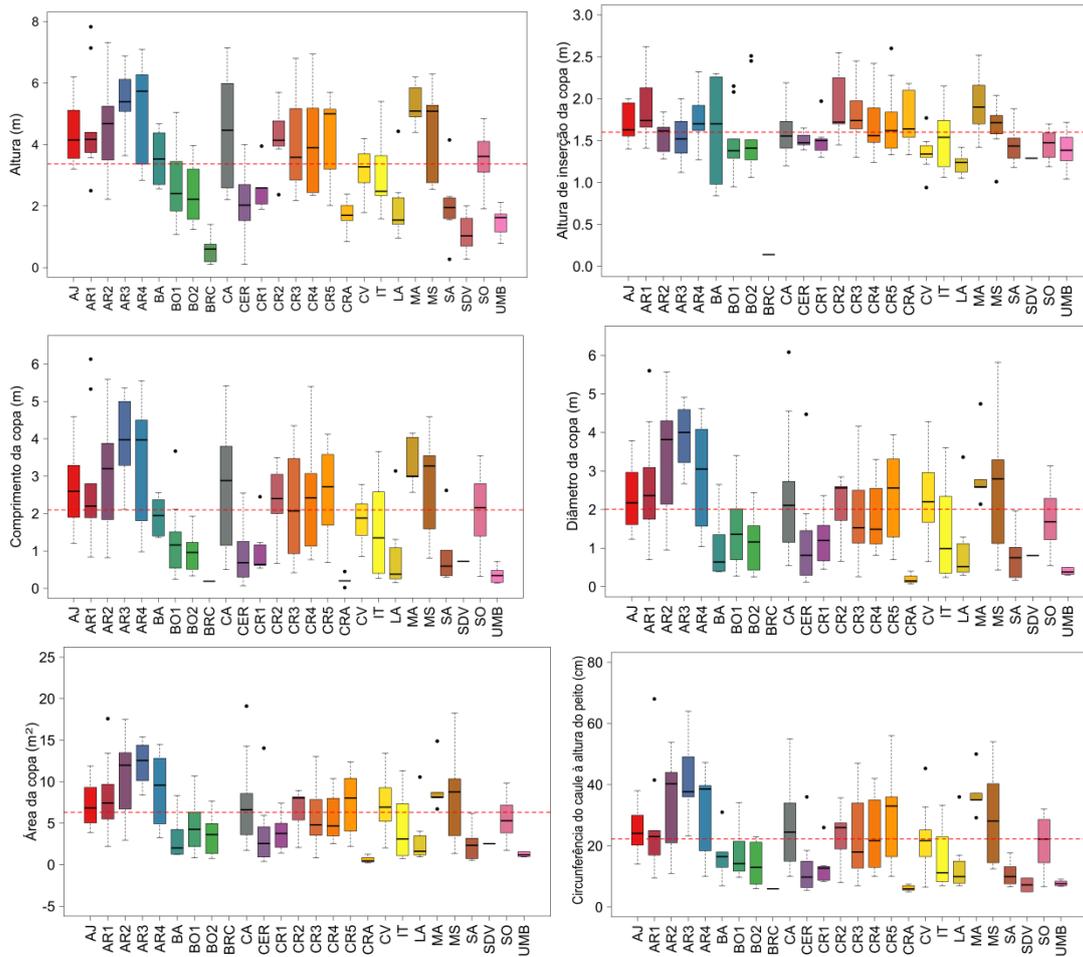


Figura 4. Representação Boxplot para os descritores morfológicos quantitativos avaliados em acessos de jenipapeiro. \*Linha vermelha pontilhada é referente à média geral da característica. BA: Bahia; CR1: Criolo1, CR2: Criolo2, AJ: Aracaju, CR3: Criolo3, CR4: Criolo4, CR5: Criolo5, CA: Caueira, AR1: Arauá1, AR2: Arauá2, AR3: Arauá3, AR4: Arauá4, MA: Maruim, CV: Cascavel, MS: Men de Sá, IT: Itaporanga, LA: Laranjeiras, SO: Socorro, SA: Sabinópolis, SDV: Salto da Divisa, CRA: Cruz das Almas. CER: Cerrado, BRC: Branco, UMB: Umbaúba.

A altura de inserção da copa (IC) variou de 0,14m (BRC) a 1,94m (MA), sendo o valor mínimo observado em indivíduo do acesso BRC e valor máximo, por indivíduo do acesso AR1, com 2,62 m. A média foi de 1,60 m, desvio-padrão de 0,37 e variância menor que 25% demonstrando homogeneidade entre os acessos (Tabelas 5 e 6; Figura 4). O acesso CV encontrava-se em fase de frutificação e destacou-se com média de 1,35 m, sendo uma característica interessante dentro da espécie, tanto pela precocidade como porque irá facilitar a colheita dos frutos. Observou-se que a IC foi acima da média geral nos acessos BA (15 Anos), CR2, CR3, CR4, CR5, AJ, AR1, AR4, MA (12 anos), MS, SO (11 anos), e o CRA (9 anos). Nos acessos BO1, BO2, CR1 e CV, apesar de estarem abaixo da média geral, tiveram indivíduos discrepantes ao grupo, com valores acima da média. Também foram observadas discrepâncias em CR5 e MS. Os acessos BRC e SDV apresentaram menor variabilidade e o BA, a maior. Para BRC não foi possível coletar os dados devido à idade das plantas.

O comprimento da copa variou de 0,19 m (BRC) a 3,95 m (AR3), com média geral de 2,10 m, desvio-padrão menor que 2 e um coeficiente de variação maior que 25% (Tabelas 5 e 6; Figura 4). O CRA apresentou o valor mínimo (0,02 m) e valores muito próximos da mediana, com pouca variação entre eles, com exceção de dois indivíduos que exibiram valores discrepantes. O indivíduo com maior CC foi do acesso AR1 (6,13 m). Mesmo sendo o mais antigo, o BA mostrou-se abaixo da média geral. Dos acessos com 12 anos de idade, somente o CR1 foi abaixo da média, e dos menores de 12 anos, o MS foi o único acima. Os acessos BRC e SDV apresentaram baixa variabilidade e AR4 e CA, a maior.

O diâmetro da copa (DC) variou de 0,2m (CRA) a 3,85m (AR3). 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. Os acessos CR2, CR5, AJ, CA, AR1, AR2, AR3, AR4, MA, CV e MS apresentaram valores acima da média geral (2,01 m). No BRC não foi possível coletar dados devido às plantas serem muito jovens. Os acessos CRA, MA, SDV e UMB apresentaram menor variabilidade, e a maior foi observada em AR2, AR4 e MS (Tabelas 5 e 6; Figura 4). Em população natural já estabelecida, a média foi 10,73 m [24]. Essa diferença deve estar relacionada à idade dos indivíduos, já que o BAG encontra-se em pleno desenvolvimento, ainda com a maioria dos acessos sem terem atingido a fase de frutificação.

A maior média para área da copa (AC) foi observada em AR3 (12,12 m) e a menor, em CRA (0,64 m), na qual um indivíduo teve o menor valor observado (0,22). Individualmente, um do CA apresentou a maior área, com 19,10 m. O desvio foi maior que 2 (4,28) e o coeficiente de variação maior que 25% (67,82%), demonstrando heterogeneidade. Os acessos acima da média foram CR2, CR3, CR4, CR5, AJ, CA, AR1, AR2, AR3, AR4, MA e MS, sendo a maioria com 12 anos. CRA, MA, SDV, UMB apresentaram menor variabilidade, e AR2, AR4 e MS, maior variabilidade (Tabelas 5 e 6; Figura 4).

A circunferência do caule à altura do peito (CAP) variou de 0,06 (BRC e CRA) a 0,41m (AR3). A média geral foi de 0,22 m, valor abaixo ao relatado por Costa et al. (2009) [25] (1,39m), em população já estabelecida. O desvio-padrão foi 13,65 e o coeficiente de variação maior foi 61,21%, o que demonstrou heterogeneidade. Os acessos CR2, CR4, CR5, AJ, CA, AR1, AR2, AR3, AR4, MA, MS apresentaram-se 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 de maior, AR2, AR4, CA, CR3, CR4, CR5 e MS (Tabelas 5 e 6; Figura 4).

Os gráficos boxplot (Figuras 4 e 5) permitiram avaliar a simetria dos dados, sua dispersão e a existência de observações discrepantes (*outliers*) em cada acesso do BAG.

Dentre os índices morfométricos houve uma maior variação entre os acessos (Tabelas 5 e 6; Figura 5). O índice de proporção da copa variou de 71 (AR3) a 10 (CRA). Um indivíduo do CRA teve valor mínimo de 1,20% e outro do AR3, o valor máximo de 81,70%. O alto desvio-padrão e variância indicaram a heterogeneidade do germoplasma, resultado das diferentes idades e origens das plantas, estimada previamente por Silva et al. (2014) [13]. Dos 26 acessos, 15 ficaram acima da média, que foi de 50,19, representando boa vitalidade. O BRC, com três anos de idade, se destacou dos acessos de 3 a 10 anos, sendo o único acima da média, com 57% (Tabelas 5 e 6; Figura 5).

O grau de esbeltez (GE) representa a relação entre altura total da planta e o CAP, e tende a diminuir com a idade, quando ocorre uma estabilização. O GE variou de 0,13 (AR3) a 0,30 (CRA), com média de 0,20. Um indivíduo do acesso CV apresentou o mínimo valor (0,07) e o um do BA, o valor máximo (0,38), com desvio-padrão de 0,05, o que indicou uma homogeneidade, porém o coeficiente de variação foi maior que 25%, consequência das diferentes idades dos acessos (Tabelas 5 e 6). O seu aumento indica que as plantas estão crescendo mais em altura do que em diâmetro, e quanto maior o GE, maior a sua instabilidade, sendo mais vulneráveis ao vento [25]. Observou-se que os acessos BA, IT, SA, SDV, CRA, CER, BRC e UMB foram acima da média. Todos os acessos com 12 anos estiveram 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 5).

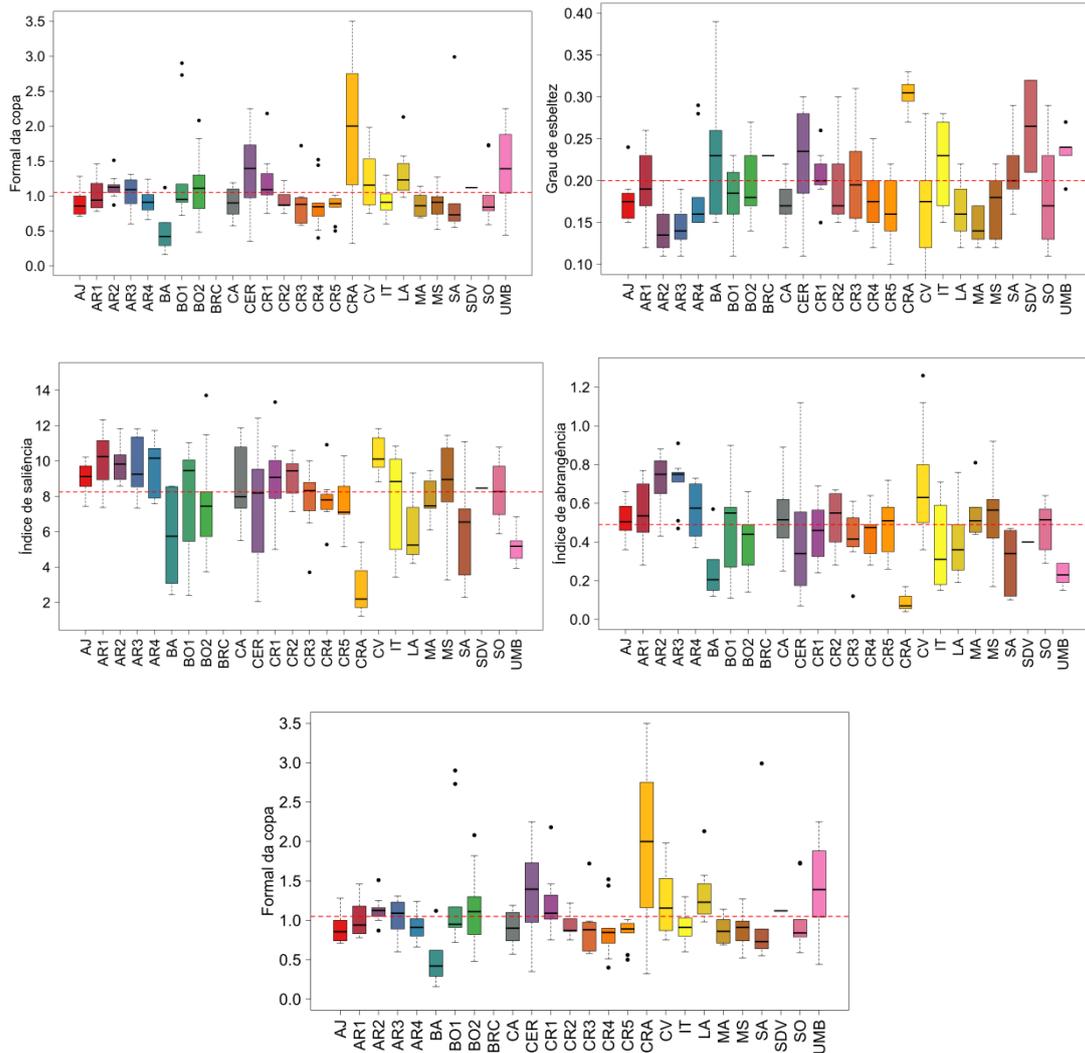


Figura 5. Representação Boxplot para os índices morfométricos avaliados em acessos de jenipapeiro. \*Linha vermelha pontilhada é referente a média geral da característica. BA: Bahia; CR1: Criolo1, CR2: Criolo2, AJ: Aracaju, CR3: Criolo3, CR4: Criolo4, CR5: Criolo5, CA: Caueira, AR1: Arauá1, AR2: Arauá2, AR3: Arauá3, AR4: Arauá4, MA: Maruim, CV: Cascavel, MS: Men de Sá, IT: Itaporanga, LA: Laranjeiras, SO: Socorro, SA: Sabinópolis, SDV: Salto da Divisa, CRA: Cruz das Almas, CER: Cerrado, BRC: Branco, UMB: Umbaúba.

O índice de saliência (IS) variou de 2,94 (CRA) a 10,35 (CV). Um indivíduo do CRA obteve o menor valor, com 1,23, e um indivíduo do CO2, o maior valor, com 13,71. O desvio-padrão foi 2,43 e o coeficiente de variação 29,48%, evidenciando heterogeneidade (Tabelas 5 e 6). Os acessos BA, CR3, CR4, CR5, MA, IT, LA, BO1, BO2, SA, CRA, CER e UMB apresentaram-se abaixo da média, que foi de 8,26. Esse índice é a relação entre o DC 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 [26]. Os acessos CR4, SDV e UMB apresentaram menor variabilidade entre os indivíduos, e os acessos BA, CER e IT, maior. Contudo os acessos BO2, CR1, CR3 e CR4 apresentaram indivíduos discrepantes do grupo (Figura 5).

O índice de abrangência (IA) variou de 0,09 (CRA) a 0,71 (AR3). Um indivíduo do CRA obteve menor valor (0,04) e outro de CV, o maior (1,26), observado também desvio-padrão próximo a zero e coeficiente de variação maior que 25%, comportamento semelhante ao do GE. O valor médio foi 0,49, apresentando diferença entre os acessos de menor abrangência (CRA: 0,04) e o de maior (CV: 1,26) (Tabelas 5 e 6; Figura 5). Numa área de floresta natural verificou-se uma correlação positiva entre o IA e as características de crescimento, ou seja, à

medida que aumentou o CAP, H e DC, houve aumento do IA [27]. Portanto, o 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. Os acessos AR3, CRA, SDV e UMB apresentaram menor variabilidade entre os indivíduos, e destacaram-se dos acessos com maior variabilidade (CRE, IT e SA. AR3, BA, CR3, CV e MA), os quais obtiveram indivíduos com discrepâncias. O acesso BRC não obteve dados devido à planta ser muito jovem (Figura 5).

O formal da copa (FC) variou de 0,5 (BA) a 1,94 (CRA), com média de 1,05. O valor mínimo (0,16) foi referente a um indivíduo do BA, e o valor máximo (3,50) a um do CRA. O desvio-padrão foi de 0,47 e o coeficiente de variação, 44,71% (Tabelas 5 e 6). Houve grande amplitude nos valores obtidos para FC, que é um índice que representa a relação entre DC e H, e quanto menor, melhor será a produtividade da planta. Valores baixos indicam árvores com copas esbeltas, e valores maiores, sugerem copas mais arredondadas [28]. 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 5).

Na análise de correlação de Pearson (Figura 6), IC e FC não apresentaram coeficientes de correlação significativos com os demais descritores. Um coeficiente de correlação quantifica o grau em que a variação em uma característica reflete a variação em outra, fornecendo uma medida da intensidade de associação (biológica ou de outro tipo) entre elas [29]. Todos os coeficientes de correlação apresentaram correlação positiva altamente significativos a 5% de probabilidade (Figura 6).

O maior coeficiente de correlação foi entre DC e AC ( $r = 1,00$ ), e o menor ( $r = 0,88$ ) foi entre os pares (H e DC) e (H e AC) (Figura 6). Ao analisar PC e IA ( $r = 0,67$ ); PC e IS ( $r = 0,54$ ) e IA e IS ( $r = 0,76$ ) percebeu-se correlações positivas, enquanto que PC e GE ( $r = -0,64$ ); GE e IA ( $r = -0,80$ ) e IS e GE ( $r = -0,36$ ) a correlação foi negativa e significativa, 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 6).

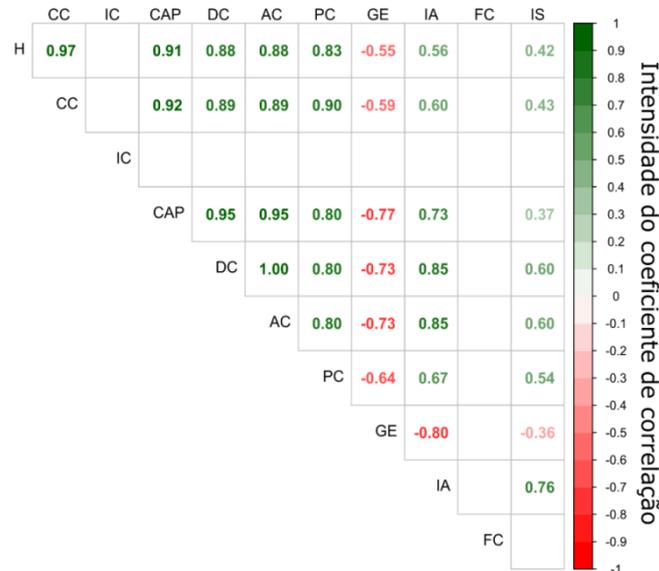


Figura 6. Coeficientes de correlação de Pearson entre os descritores quantitativos e índices morfométricos na avaliação de acessos de jenipapeiro. \*Células com coeficientes em branco não foram significativos ( $P < 0,05$ ). H: altura; CC: comprimento da copa; IC: inserção da copa; CAP: circunferência 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: Formal da copa; IS: Índice de saliência.

Os descritores quantitativos foram diretamente proporcionais à PC e indica vitalidade. O IA também foi diretamente proporcional e seus valores são importantes para a tomada de decisão de desbaste. Notou-se que os coeficientes negativos foram obtidos entre o GE e os descritores

quantitativos, os quais apresentaram menor coeficiente, como GE e a altura ( $r = -0,55$ ) e maior resultado, entre GE e CAP ( $r = -0,77$ ) (Figura 6). O GE apresentou-se inversamente proporcional, demonstrando que os indivíduos do BAG encontravam-se em crescimento, pois a tendência do GE é diminuir com a idade quando ocorre uma estabilidade.

A frutificação ainda é um evento pouco estudado no BAG. Alguns acessos ainda não frutificaram nenhuma vez e existem algumas intercorrências que dificultam a avaliação, como roubo de frutos. A última avaliação da frutificação ocorreu em março de 2022 (Tabela 7). Observou-se que dos 12 acessos que 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)	Nº 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; CR5: Criolo 5; CA: Caueira; AR1: Arauá 1; AR2: Arauá 2; AR3: Arauá 3; AR4: Arauá 4; MA: Maruim; CV: Cascavel; MS: Ilha Men 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. Foram 21 artigos científicos, um livro, dois capítulos de livro e três publicações técnicas, além de seis dissertações e três teses. Os principais temas abordados foram cultura de tecidos/micropropagação (42,30%) [14-19, 30-33]; diversidade genética/biologia molecular (11,53%) [34-36]; recursos genéticos (15,38%) [4, 12, 37-39]; bioativos (11,53%) [20, 21, 40]; propagação (7,69%) [13, 41] e pós-colheita (11,53%) [42-44] (Figura 7).

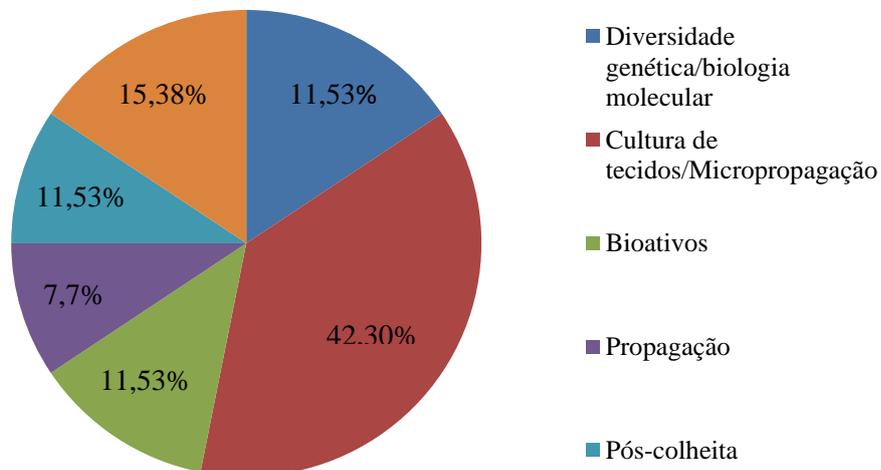


Figura 7. Principais temas estudados no BAG Jenipapo e publicados em periódicos científicos, livros e publicações técnicas, de 2009 a 2022.

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 a espécie [4] 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.

### 3. CONCLUSÃO

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, acessos vigorosos e adaptados. O acesso CV possui características únicas, como ramos horizontais e folhas pilosas e o AR3 apresentou-se superior para a maioria dos descritores avaliados. 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. Os resultados deste trabalho podem subsidiar estratégias de conservação e direcionar futuras pesquisas. É fundamental que sejam mantidas as ações de conservação, enriquecimento e avaliações.

### 4. AGRADECIMENTOS

Ao técnico da Embrapa Tabuleiros Costeiros Genison Trindade, pela colaboração nas avaliações de campo.

### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Silva EF, Silva Júnior JF, Nascimento WF, Silva ACBL. Genetic resources of mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) in protected areas in Brazil. Rev Bras Frutic. 2022 Jan;44(1):e-834, doi: 10.1590/0100-29452022834
2. Govaerts R, Ruhsam M, Andersson L, Robbrecht E, Bridson DM, Davis AP, et al. World Checklist of Rubiaceae [Internet]. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew; 2013 [citado em 01 jan 2024]. Disponível em: <http://apps.kew.org/wcsp>
3. Fonseca WO, Zappi D, Jardim J, Aona LYS. A família Rubiaceae no Parque Nacional de Boa Nova, Estado da Bahia, Brasil. Hoehnea. 2020;47:e462019. doi: 10.1590/2236-8906-46/2019
4. Silva AVC, Ledo AS, Silva Júnior JF. Descritores para jenipapeiro. 1. ed. Brasília (DF): Embrapa; 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1128759/descriptores-para-o-jenipapeiro-genipa-americana-1>
5. Santos CS, Dalmolin AC, Santos MS, Santos RB, Lima TM, Pérez-Molina JP, et al. Morphometry of the fruits of *Genipa americana* (Rubiaceae): a case study from the southern coast of Bahia, Brazil. Rodriguésia. 2021 Jan;72:e00652020. doi: 10.1590/2175-7860202172101
6. Gualberto NC, Oliveira CS, Nogueira JP, Jesus MS, Araujo HCS, Rajan M, et al. 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 Res Int. 2021 Set;147:110538. doi: 10.1016/j.foodres.2021.110538
7. CNCFlora. *Genipa infundibuliformis* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 [Internet]. Centro Nacional de Conservação da Flora; [citado em 01 jan 2024]. Disponível em [http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Genipa infundibuliformis](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Genipa%20infundibuliformis)
8. Crestana CSM. Ecologia da polinização de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) na Estação Ecológica de Mogi-guaçu, estado de Sao Paulo. Rev Inst Flor. 1995;7(2):169-95.
9. Engels JMM, Ebert AW. 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. 2021 Jul;10(8):1557. doi: 10.3390/plants10081557
10. Braga CS, Rodrigues DV, Bispo RB, Götter V, Martins KC, Sousa SAM. Caracterização e diversidade genética de espécies do gênero Passiflora com base em características físicas e químicas dos frutos. Rev Ciênc Agroamb. 2017 Mar;15(2):182-6. doi: 10.5327/rcaa.v15i2.2002

11. Burle MB. Conservação de recursos genéticos vegetais na Embrapa: histórico e perspectivas futuras. 1. ed. Brasília (DF): Embrapa; 2019.
12. Muniz AVCS, Ledo AS. Banco genético de jenipapo. In: Silva Júnior JF, Souza FVD, Pádua JG, editores. A arca de Noé das frutas nativas do Brasil. 1. ed. Brasília (DF): Embrapa; 2021. p. 150-4.
13. Silva AVC, Freire KCS, Ledo AS, Rabbani ARC. Diversity and genetic structure of jenipapo (*Genipa americana* L.) Brazilian accessions. *Sci Agric*. 2014 Oct;71(5):387-93. doi: 10.1590/0103-9016-2014-0038
14. Sá FP, Souza FVD, Silva AVC, Ledo AS. Encapsulamento, crioproteção e desidratação na capacidade regenerativa de ápices caulinares de *Genipa americana*. *Cienc Rural*. 2015 Nov;45(11):1939-45. doi: 1590/0103-8478cr20140579
15. Almeida CS, Silva AVC, Araujo AG, Ledo AS. Respostas morfogenéticas de jenipapeiro em diferentes condições de cultura in vitro. *Rev Caatinga*. 2015 Jan;28(1):58-64.
16. Sá FP, Ledo AS, Silva AVC, Amorim JAE, Pasqual M. In vitro propagation and acclimatization of genipap accessions. *Ciênc Agrotec*. 2016 Mar;40(2):155-63. doi: 10.1590/1413-70542016402036015
17. Oliveira ACA, Machado CA, Oliveira LAR, Ledo AS. In vitro morphogenic response from zygotic embryos of *Genipa americana*. *Cienc Rural*. 2017 Oct;47(10):e20161028. doi: 10.1590/0103-8478cr20161028
18. Oliveira ACA, Machado CA, Oliveira LAR, Padilha FF, Silva AVC, Ledo AS. Induction and growth curve of calli from leaf and nodal explants of genipap. *Biosci J*. 2018 Dec;34(1):161-7. doi: 10.14393/BJ-v34n6a2018-39708
19. Nascimento CM, Oliveira LAR, Silva AVC, Castro EM, Ledo AS. Long term conservation of embryonic axes of genipap accessions. *Sci Plena*. 2020 Feb;16(2):020201. doi: 10.14808/sci.plena.2020.020201
20. Jesus AS, Coelho CR, Barreto IC, Sena Filho JG, Nogueira PCL, Teodoro AV, et al. Composition and bioactivity of essential oil from the leaves of *Genipa americana* against the coconut mite *Aceria guerreronis*. *J Agric Sci*. 2019 Nov;11(18):197-205. doi: 10.5539/jas.v11n18p197
21. Jesus AS, Sena Filho JG, Coelho CR, Teodoro AV, Silva AVC, Jumbo LV. Bioactivity of iridoids of *Genipa americana* against the coconut mite *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae). *Rev Protec Veg*. 2020 Jan;35(1):1-8.
22. Silva TRG, Costa MLA, Farias LRA, Santos MA, Rocha JLL, Silva JV. Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. *Res Soc Develop*. 2021 Jun; 10(4):e19710413817. doi: 10.33448/rsd-v10i4.13817
23. Broetto F, Gomes ER, Joca TAC. O estresse das plantas: Teoria e prática. 1. ed. São Paulo (SP): Cultura Acadêmica; 2017.
24. Hansen DS, Silva SA, Fonseca AAO, Hansen OAS, França NO. Caracterização química de frutos de jenipapeiros nativos do Recôncavo Baiano visando ao consumo natural e industrialização. *Rev Brasil Fruticul*. 2008 Apr;30(4):964-9. doi: 10.1590/S0100-29452008000400021
25. Costa JR, Castro ABC, Wandelli EV, Coral SCT, Souza SAG. Aspectos silviculturais da castanha-dobrasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. *Acta Amaz*. 2009 Apr;39(4):843-50. doi: 10.1590/S0044-59672009000400013
26. Zimmermann APL, Costa EA, Shroder T, Fleig FD. Modelagem do incremento diamétrico de *pinus taeda* em função de variáveis de copa e índices de competição. *Floresta*. 2016 Jan;46(1):115-22. doi: 10.5380/uf.v46i1.42424
27. Ricken P, Hess AF, Mattos PP, Braz EM, Nakajima NY, Hosokawa RT. Morfometria de *Araucaria angustifolia* em diferentes altitudes no Sul do Brasil. *Pesq Florest Brasil*. 2020 Jan;40( e201902066):1-11. doi: 10.4336/2020.pfb.40e201902066
28. Orellana E, Koehler AB. Relações morfométricas de *Ocotea odorifera* (Vell.). *Rev Acad Ciênc Agr Amb*. 2008 Feb;6(2):229-37. doi: 10.7213/cienciaanimal.v6i2.10496
29. Santana JGS, Santos PS, Freitas LS, Soares FS, Ambrósio M, Muniz EN, et al. 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 J Crop Hortic Sci*. 2021 Mar;49(4):361-73. doi: 10.1080/01140671.2021.1898990
30. Ledo AS, Almeida CS, Araujo A, Silva AVC, Silva Junior JF. Efeito do ácido abscísico na redução do crescimento in vitro do acesso de jenipapeiro Núcleo Bandeirante. *Rev Magistra*. 2013 Nov;25(1):296-7.
31. Oliveira ACA, Santana FV, Machado CA, Oliveira LAR, Padilha F, Silva Junior JF, Silva AVC, et al. Calogênese in vitro a partir de explantes de jenipapeiro. Aracaju (SE): CPATC; 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1127098>
32. Almeida CS, Ledo AS, Araujo A, Silva AVC, Silva Junior JF, Santos JE, Ribeiro MMJ, et al. Efeito do meio de cultura na germinação in vitro do jenipapeiro. *Sci Plena*. 2013 Oct;9(10):1-6.

33. Ledo AS, Almeida CS, Silva AVC, Silva Junior JF, Araujo A. Medium-term conservation and regrowth of the tropical multipurpose species *Genipa americana*. *Afric J Agric Res*. 2015 Oct;10(41):3885-92. doi: 10.5897/AJAR2014.8996
34. Melo MFV, Sebbenn AM, Rossini BC, Silva AVC, Rodrigues CJ, Marino CL, et al. Estimating genetic diversity, mating system and pollen dispersal to inform ex situ conservation of tree *Genipa americana* L. *Plant Gen Res Charact Utiliz*. 2021 Feb;19(1):9-19. doi: 10.1017/S1479262121000022
35. Cardoso MN, Nascimento ALS, Oliveira LAR, Assuncao DA, Machado CA, Oliveira ACA, et al. Genetic diversity in native *Genipa americana* (Rubiaceae) populations in Sergipe, Brazil. *Genetic Mol Res*. 2019 Feb;18(1):18119. doi:10.4238/gmr18119
36. Silva AVC, Muniz EN, Almeida CS, Vitória MF, Melo MFV, Ledo AS, et al. Genetic diversity and sex identification in *Genipa americana* L. *Tropical Subt Agroec*. 2015 Jan;18(1):81-6.
37. Silva AVC, Ledo AS, Silva Junior JF, Vitória MF, Nascimento ALS, Rocha Junior VF, et al. Banco ativo de germoplasma de jenipapo. Aracaju (SE): Embrapa; 2017. Disponível em: [www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1088335/banco-ativo-de-germoplasma-do-jenipapo](http://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1088335/banco-ativo-de-germoplasma-do-jenipapo)
38. Silva AVC, Silva Junior JF, Ledo AS, Vitória MF. Banco de germoplasma de jenipapo. *Rev Magistra*. 2013 Nov;25(1):74-5.
39. Silva AVC, Ledo AS, Melo MFV. *Genipa americana*: jenipapo. In: Coradin L, Camillo J, Pareyin FGC, editores. *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o futuro: Região Nordeste*. 1. ed. Brasília(DF): MMA; 2018.
40. Jesus AS, Sena Filho JG, Teodoro AV, Cardoso MN, Nascimento ALS, Ledo AS, et al. Conservation, utilization, genetic and chemodiversity of germplasm of genipap (*Genipa Americana* L.) in Brazil. *Curr Trends Biomedical Eng & Biosci*. 2019 Mar;18(4):555995. doi: 10.19080/CTBEB.2019.18.555995
41. Silva AVC, Soares ANR, Cardoso MN, Melo MFV, Muniz EN, Ledo AS. Evaluation of substrates for jenipapo (*Genipa americana* L.) seedlings production. *J Agric Sci*. 2018 Jan;10(2):352-8. doi: 10.5539/jas.v10n2p352
42. Silva AVC, Muniz EM, Yagui P, Carnelossi MAG, Narain N, Silva CA. Comportamento pós-colheita de jenipapo sob refrigeração. *American Soc Hortic Sci*. 2008 Oct;52:177-9.
43. Silva AVC, Muniz EM, Yagui P, Silva CA, Carnelossi MAG, Narain N. Uso de embalagem e refrigeração no armazenamento de jenipapo. *American Soc Hortic Sci*. 2008 Oct;52:173-6.
44. Silva AVC, Yagui P. Caracterização físico-química de jenipapo. Aracaju (SE): CPATC; 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/748912/caracterizacao-fisico-quimica-de-jenipapo>