



Caracterização fenotípica e parâmetros genéticos de mirtáceas nativas da Floresta Atlântica

Phenotypic characterization and genetic parameters of native mirtaceans in the Atlantic Forest

S. O. Moreira^{1*}; M. Zucoloto²; B. L. A. Barros³; T. O. Godinho⁴; R. G. Malikowski⁵; S. B. Buffon³

¹Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Norte/Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 29915-140, Linhares-ES, Brasil

²Departamento de Agronomia/Universidade Federal do Espírito Santo, 29500-000, Alegre-ES, Brasil

³Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas/Centro Universitário Norte do Espírito Santo, 29932-540, São Mateus-ES, Brasil

⁴Reserva Natural Vale/Vale S.A., 29900-111, Linhares-ES, Brasil

⁵Laboratório de Biometria/Departamento de Biologia Geral/Universidade Federal de Viçosa, 36570-900, Viçosa-MG, Brasil

*sarah.moreira@incaper.es.gov.br

(Recebido em 04 de julho de 2023; aceito em 16 de outubro de 2023)

A avaliação de recursos genéticos de espécies frutíferas nativas da Floresta Atlântica é fundamental para a sua introdução em programas de conservação e de melhoramento genético. O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização fenotípica e a avaliação de parâmetros genéticos e de correlações de frutos de acessos de aracaúna, cabeludinha, jabuticabeira e uvaieira, coletados em diferentes locais da Região Serrana do Estado do Espírito Santo, Brasil. Frutos de 44 matrizes das quatro espécies foram coletados em sete municípios e avaliados quanto ao tamanho e massa fresca dos frutos e rendimento em polpa, sementes e casca. Foi realizado o agrupamento das médias e obtidas as correlações fenotípicas, a herdabilidade, o coeficiente de variação genético e o índice de variação. Todas as espécies têm ampla variabilidade em tamanho de frutos e rendimento de polpa. Os parâmetros genéticos confirmam que a maior parte dessa variação é de natureza genética, indicando potencial para ganho genético por meio da seleção. As correlações entre tamanho e massa de frutos foram altas, por isso, o diâmetro pode ser utilizado para a seleção dos frutos mais pesados. A Região Serrana do Espírito Santo possui diversidade de acessos de Myrtaceae nativas da Floresta Atlântica que podem ser usados em trabalhos de pré-melhoramento.

Palavras-chave: recursos genéticos, pré-melhoramento, biodiversidade.

The evaluation of genetic resources of native fruit species in the Atlantic Forest is essential for their introduction in conservation and genetic improvement programs. The objective of this work was to carry out the phenotypic characterization and the evaluation of genetic parameters and correlations of aracaúna, cabeludinha, jabuticabeira and uvaieira fruits accessions, collected in different locations in the mountainous region of the State of Espírito Santo, Brazil. Fruits from 44 matrices of the four species were collected in seven municipalities and were analyzed for fruit size and fresh mass and pulp, seeds and peel yield. The averages were grouped and the phenotypic correlations, heritability, genetic variation coefficient and variation index were obtained. All species have wide variability in fruit size and pulp yield. The genetic parameters confirm that most of this variation is of a genetic nature, indicating the potential for genetic gain through selection. The correlations between fruit size and mass were high, so the diameter can be used to select the heaviest fruits. The mountain region of Espírito Santo has a diversity of accessions of Myrtaceae native to the Atlantic Forest that can be used in pre-breeding works.

Keywords: genetic resources, pre-breeding, biodiversity.

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica é um bioma com elevada biodiversidade, rico em espécies endêmicas e altamente ameaçado pela ação antrópica e pelas mudanças climáticas, sendo, por isso, considerado um dos “hotspots” mundiais de biodiversidade [1]. Diante dessa vulnerabilidade, várias espécies nativas desse bioma, inclusive frutíferas, estão submetidas à erosão genética, com grandes perdas de germoplasma de interesse atual e futuro [2, 3].

Uma das estratégias para ampliar a conservação de espécies nativas é torná-las conhecidas do grande público, o que pode ter como consequência o aumento de seu consumo e demanda. A “conservação pelo uso”, consiste em aproveitar o potencial e o impacto econômico e social da biodiversidade, com a identificação de produtos oriundos dessas espécies que possam ser usados direta ou indiretamente no cotidiano das pessoas, ou que possam ser comercializados de maneira sustentável [2]. Essa estratégia tem sido utilizada para a permanência de espécies em ecossistemas ameaçados [4].

Algumas características de espécies frutíferas nativas da Floresta Atlântica já são conhecidas, como propriedades organolépticas e nutricionais – atrativas ao consumo de seus frutos -, e presença de compostos antioxidantes, anti-inflamatórios e antibacterianos - que poderiam ser melhor utilizados pela indústria alimentícia ou farmacêuticas [5-8]. Dentre as espécies potenciais, podem ser citadas a araçáua (*Psidium myrtoides* O. Berg), a cabeludinha (*Myrciaria glazioviana* (Kiaersk.) G. M. Barroso ex Sobral), a jabuticabeira (*Plinia cauliflora* (DC.) Kausel) e a uvaieira (*Eugenia pyriformis* Cambess), todas pertencentes à família Myrtaceae. Os frutos dessas espécies são apreciados em pequena escala, tanto no consumo *in natura*, quanto no preparo de sucos, picolés, geleias e licores. No entanto, faltam estudos que possibilitem a domesticação dessas espécies e sua inserção em cadeias produtivas organizadas da fruticultura nacional [9, 10].

A avaliação de recursos genéticos disponíveis, incluindo a coleta e caracterização de acessos, é uma etapa imprescindível para uso dessas espécies em programas de melhoramento. A avaliação de dados morfoagronômicos e de parâmetros genéticos pode permitir conhecer a variabilidade genética ainda existente e auxiliar na definição de estratégias de sua manutenção e utilização. Já as correlações podem facilitar a seleção de genótipos de interesse, especialmente quando o objetivo do trabalho envolve variáveis complexas, de baixa herdabilidade ou expressas tardiamente, como a produção de frutos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização fenotípica e a avaliação das correlações e dos parâmetros genéticos em variáveis de frutos de acessos de araçáua, cabeludinha, jabuticabeira e uvaieira, coletados em diferentes locais na Região Serrana do Estado do Espírito Santo, Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados frutos em 44 matrizes, sendo onze de araçáua, treze de cabeludinha, nove de jabuticabeira e onze de uvaieira, em 27 localidades distribuídas em sete municípios da Região Serrana do Espírito Santo, Brasil (Figura 1). Os municípios, seus tipos de clima, temperaturas médias do ar anual, do mês mais frio e do mês mais quente, e a precipitação anual, respectivamente são: Afonso Cláudio: Cfa, 19,6, 16,1 e 22,4 °C, e 1.268 mm; Brejetuba: Cfb, 18,2, 14,6 e 21,0 °C, 1.269 mm; Castelo: Cfb, 20,0, 16,5 e 22,9 °C, e 1.222 mm; Conceição do Castelo: Cfb, 18,8, 15,2 e 21,6 °C, e 1.255 mm; Domingos Martins: Cfb, 18,2, 14,6 e 21,2 °C, e 1.263 mm; Marechal Floriano: Cfb, 18,7 °C, 15,1 e 21,6 °C, e 1.250 mm; e, Venda Nova do Imigrante: Cfb, 17,8, 14,2 e 20,8 °C, e 1.249 mm [11]. Segundo a classificação de Köppen, Cfa representa um clima subtropical quente e sem estação seca e Cfb um clima subtropical temperado e sem estação seca. A altitude do local de coleta de cada matriz foi medida com altímetro barométrico acoplado ao GPS e variaram entre 132 e 952 metros acima do nível do mar (ANM).

Foram selecionadas árvores matrizes cultivadas em quintais, pomares e jardins, no entanto, sem manejo de irrigação, adubação ou podas. As matrizes foram identificadas e georreferenciadas (cadastro SisGen nº AA9C867) e os frutos completamente maduros foram coletados na porção mediana da copa, nos quatro pontos cardeais. A colheita foi realizada entre os meses de outubro de 2017 e março de 2018. Após colhidas, as amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno e levadas ao laboratório, onde se procedeu as análises.

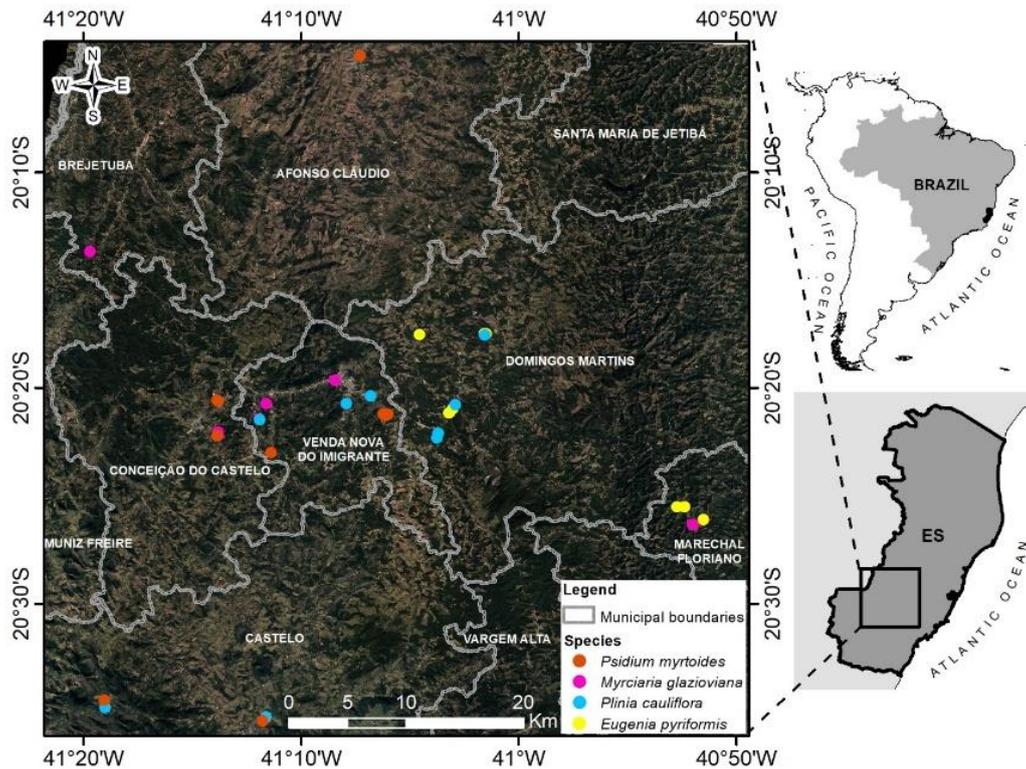


Figura 1: Distribuição geográfica das árvores matrizes de araçauína, cabeludinha, jabuticabeira e uvaieira coletadas na Região Serrana do Espírito Santo.

Foram amostrados dez frutos de cada matriz, onde foram medidas as seguintes características: diâmetro longitudinal do fruto (DL, mm); diâmetro transversal do fruto (DT, mm); massa fresca do fruto (MF, g), da polpa (MP, g) de sementes por fruto (MS, g); firmeza do fruto (FF, N); rendimentos percentuais da polpa (PP, %) e de sementes por fruto (PS, %). Para cabeludinha e jabuticabeira, além destas variáveis, foram incluídas, massa da casca (MC, g) e o rendimento percentual da casca (PC, %). Devido ao formato piriforme observado nos frutos de uvaieira, o DT foi substituído pelos diâmetros da base e do ápice do fruto (DB e DA, respectivamente, mm).

As dimensões dos frutos foram mensuradas com paquímetro digital, a firmeza com uso de penetrômetro digital de bancada e as massas frescas em balança analítica digital. As polpas foram extraídas manualmente, conforme as características específicas de cada fruta. Para araçauína e uvaieira, considerou-se polpa (parte comestível) o epicarpo e mesocarpo; para cabeludinha e jabuticabeira considerou-se apenas o mesocarpo.

Os dados, por espécie, foram submetidos a análise de variância, considerando o delineamento inteiramente ao acaso com dez repetições por matriz. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro e estimou-se a correlação de Pearson com a significância avaliada pelo teste t. Além disso, foram estimados o coeficiente de variação experimental (CV), de herdabilidade (h^2), de variação genético (CV_g) e o índice de variação (CV_g/CV). As análises foram realizadas com software Genes [12] e os gráficos de correlações foram elaborados com o Programa R por meio do pacote 'corrplot' [13].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Araçauína (*Psidium myrtilodes* O. Berg)

Houve variação em todos os caracteres avaliados, sendo marcante a variabilidade no tamanho e na massa dos frutos de araçauína. Para DL, a média dos materiais avaliados foi de 21,12 mm, com média mínima de 10,81 e máxima de 27,94 mm. Para DT, a variação foi de 11,80 a

26,70 mm, com média de 19,51 mm. Os genótipos A04 e A05 tiveram, respectivamente, os menores e maiores valores de DL e DT. Ambos os materiais foram coletados no município de Castelo, em altitudes de 132 e 164 m acima do nível do mar (ANM). Para a MF, os valores oscilaram entre 1,93 e 10,92 g, representando uma variação de 566%, com média de 4,90 g. O acesso A05 teve maior MF, e A03, A04 e A06, os menores valores. O A03 foi coletado em Conceição do Castelo, a 613 m ANM e o acesso A06 em Castelo, a 159 m ANM (Tabela 1).

Tabela 1: Agrupamento de médias e parâmetros genéticos de oito variáveis morfoagronômicas avaliadas em onze acessos de araçauína coletados na Região Serrana do Espírito Santo, Brasil.

Acessos ¹	DL ²	DT	MF	MP	MS	FF	PP	PS	CDD	ALT
A01	22,48c	21,53b	5,79b	4,64b	0,38c	7,14c	79,44a	6,78d	CC	683
A02	20,11d	19,04c	4,17c	3,20c	0,30c	7,96c	76,61a	7,46d	CC	677
A03	16,78e	14,85d	1,93d	1,35d	0,25c	14,69a	69,40b	13,60c	CC	613
A04	10,81f	11,80e	2,07d	1,37d	0,52b	6,24c	67,05b	24,22b	CA	132
A05	27,94a	26,70a	10,92a	8,76a	0,64b	3,94c	80,30a	5,85d	CA	164
A06	16,92e	15,23d	2,21d	1,43d	0,78b	5,48c	65,40b	34,60a	CA	159
A07	19,86d	19,97c	5,93b	4,72b	1,21a	10,78b	79,80a	20,20b	AC	419
A08	24,99b	21,91b	4,42c	2,97c	1,45a	7,85c	66,12b	33,88a	VN	928
A09	24,60b	21,07b	5,48b	4,17b	1,31a	10,91b	76,45a	23,55b	VN	930
A10	25,36b	22,56b	6,46b	5,18b	1,28a	4,25c	79,75a	20,25b	VN	932
A11	22,50c	19,93c	4,54c	3,37c	1,17a	4,95c	74,57a	25,43b	VN	708
Média	21,12	19,51	4,90	3,74	0,84	7,65	74,08	19,62		
CV (%)³	8,96	9,07	26,81	28,79	36,36	48,47	8,26	28,02		
h²	98,51	98,19	97,38	97,53	95,38	87,46	89,45	97,09		
CV_g	23,57	21,15	51,67	57,17	52,23	40,48	7,60	51,15		
CV_g/CV	2,57	2,33	1,93	1,99	1,44	0,84	0,92	1,83		

¹Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

²DL, DT: diâmetro longitudinal e transversal dos frutos, respectivamente (mm); MF, MP e MS: massa fresca do fruto, da polpa e das sementes por fruto, respectivamente (g); FF: firmeza dos frutos (N); PP e PS: rendimentos percentuais (p/p) da polpa e das sementes por fruto, respectivamente; CDD: cidade; AC: Afonso Cláudio; CA: Castelo; CC: Conceição do Castelo; VN: Venda Nova do Imigrante; ALT: altitude (metros acima do nível do mar).

³CV (%): coeficiente de variação experimental; h²: coeficiente de herdabilidade; CV_g: coeficiente de variação genético; CV_g/CV: índice de variação.

Esses resultados indicam que a altitude não é um fator ambiental preponderante no desenvolvimento dos frutos de araçauína. Informações empíricas denotam que um fator que altera o tamanho do fruto é a luz. Isso foi reforçado pela visualização em campo, em que o lado da planta com maior incidência solar tinha frutos em maior quantidade e tamanho. No entanto, isso não foi objeto deste trabalho e precisa ser estudado mais detalhadamente.

Ampla variabilidade na biometria de frutos também foi observada em araçá-roxo (*P. rufum* DC.), que teve valores mínimo de 11,47 e máximo de 20,31 mm para o diâmetro longitudinal, de 9,77 a 22,89 mm para diâmetro transversal e de 0,88 a 6,38 g para massa fresca de fruto [14]. Essa variabilidade é desejável para o melhoramento genético, pois ampliam as possibilidades de sucesso da seleção.

Para PP, os genótipos tiveram entre 65,40 e 80,30% de polpa, com média de 74,08%. Para essa variável foram formados apenas dois grupos, ambos com altos rendimentos, o que é uma característica desejável para o aproveitamento industrial ou consumo *in natura* dos frutos de araçauína (Tabela 1). Barros et al. (2020) [5] relataram média de produção de polpa de araçauína de 74,48%, não observando variação nesse valor nos diferentes estádios de maturação dos frutos. Já em comparação com outras espécies de mesmo gênero, o valor médio de rendimento de polpa

obtido foi superior ao de frutos de araçá-comum (*P. guineense* Swartz, 27,89 a 48,82%) [15]; porém inferior ao rendimento da goiaba (*P. guajava* L., 79,56 a 80,56%) [16], espécie domesticada e com trabalhos de manejo cultural e de melhoramento de plantas bem desenvolvidos. Isso demonstra que o desenvolvimento de trabalhos como este pode melhorar o rendimento de polpa dos frutos de araçáúna.

O coeficiente de variação variou entre 8,26% para PP e 48,47% para FF. Frequentemente, os CV são considerados baixos (menor que 10%), médios (entre 10 e 20%) ou altos (maiores que 30%). No entanto, esses valores não consideram a cultura ou o caráter avaliado, sendo necessário estabelecer critérios mais adequados para a realidade de cada cultura [17]. Para frutas nativas, nas quais ainda não existem trabalhos de domesticação ou melhoramento, esses valores altos de coeficiente de variação podem indicar variabilidade de natureza genética, o que é reforçado pelos altos coeficientes de variação genético e herdabilidade.

De acordo com a estimativa dos parâmetros genéticos, em todas as variáveis estudadas foram obtidos altos valores de herdabilidade (h^2) (87,46 a 98,51%). Além disso, os índices de variação (CV_g/CV) foram superiores a 1,0 para as variáveis DL, DT, MF, MP, MS e PS (Tabela 1). Isso indica que há variabilidade genética a ser explorada em programas de melhoramento para essa espécie e que ela é de origem genética, aumentando a efetividade da seleção para estas variáveis.

As correlações entre DL, DT, MF e MP foram altas (acima de 0,7800) e não houve correlação significativa entre essas variáveis e a MS. Isso sugere que frutos maiores são mais pesados, mas isso não reflete em maior massa de sementes, o que é favorável tanto para indústria quanto para o consumo *in natura*. Além disso, também houve correlação entre PP e DT (0,6951); PP e MF (0,7674); PP e MP (0,8007); e, PP e PS (-0,6823) (Figura 2). Esses resultados sugerem que a seleção para maior rendimento de polpa pode ser feita de modo indireto, via DL, DT ou MF, que são variáveis de mais fácil mensuração. Além disso, resultados favoráveis ao rendimento de polpa resultariam em menor percentual de sementes.

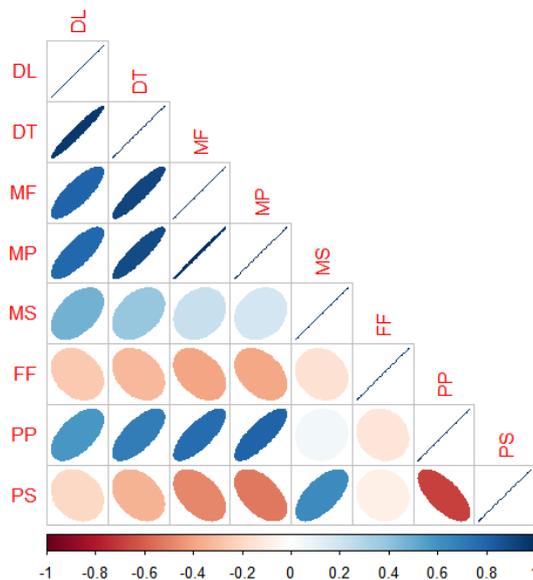


Figura 2. Correlação de Pearson entre as variáveis diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) do fruto, massa fresca do fruto (MF), da polpa (MP) e das sementes por fruto (MS), firmeza dos frutos (FF) e rendimentos percentuais da polpa (PP) e das sementes por fruto (PS) avaliadas em onze acessos de araçáúna coletados na Região Serrana do Espírito Santo.

3.2 Cabeludinha (*Myrciaria glazioviana* (Kiaersk.) G. M. Barroso ex Sobral)

O diâmetro transversal dos frutos de cabeludinha é maior do que o longitudinal, sendo uma característica de formato dos frutos subglobosos. O DL variou de 14,15 mm a 22,66 mm, com média de 18,37 mm; o DT de 16,97 mm a 25,62 mm, com média de 20,80 mm; e a MF de 3,22 a 9,26 g, com média de 5,34 g. No agrupamento das médias, houve a formação de três a seis grupos,

exceto para FF e PC, que formaram dois grupos, indicando grande variabilidade entre os acessos estudados (Tabela 2).

O acesso C09, coletado no município de Domingos Martins, a 904 m ANM, se destacou, por ter maior DT, MF, MP e MS e estar em grupos de maior DL, MC e FF. Já os acessos C01 e C12, coletados em Marechal Floriano, a 896 m ANM, e em Brejetuba, a 903 m ANM, respectivamente, tiveram rendimentos superiores, com 55,28% (C01) e 60,10% (C12) de polpa (Tabela 2).

Apesar de ser conhecida como jabuticaba amarela, o percentual médio de polpa da cabeludinha foi de 65,55% do valor obtido para jabuticabeira. O baixo rendimento de polpa é um dos principais entraves para o uso comercial da cabeludinha e um dos aspectos a serem trabalhados em programas de melhoramento desta espécie, conforme anteriormente relatado por Martins et al. (2011) [18] e Guimarães et al. (2018) [9]. Favoravelmente, a variação de PP entre os acessos de 35,67 a 60,10%, associado a h^2 de 91,33% e CV_g/CV de 1,03, oportunizam a melhoria dessa característica por meio de cruzamentos controlados e seleção.

Para sete variáveis o coeficiente de variação foi inferior a 20% e exceto para FF, foram obtidos coeficientes de herdabilidade (h^2) superiores a 80%, confirmando a baixa influência ambiental nas variáveis em estudo. Já a relação CV_g/CV foi superior a 1 para as características DL, DT, MF, MP, MS, MC, PP e PS, indicando que há variabilidade genética a ser explorada nos acessos avaliados, o que pode ser utilizado no processo de domesticação ou melhoramento da espécie. O menor índice de variação foi observado para a FF (0,45) e pode estar associado à baixa precisão experimental ($CV = 40,68\%$) devido a problemas encontrados durante a mensuração dessa característica (Tabela 2).

Tabela 2: Agrupamento de médias e parâmetros genéticos de dez variáveis morfoagronômicas avaliadas em treze acessos de cabeludinha coletados na Região Serrana do Espírito Santo.

Acessos ¹	DL ²	DT	MF	MP	MS	MC	FF	PP	PS	PC	CDD	ALT
C01	19,85b	21,58d	5,59c	3,08c	1,05d	1,45c	4,90a	55,28a	18,62c	26,10b	MF	896
C02	19,39b	22,43c	6,02c	2,42d	1,95b	1,65b	4,35a	39,71c	32,35a	27,94b	MF	897
C03	22,20a	24,36b	8,17b	3,90b	1,68b	2,59a	3,95a	47,93b	20,37c	31,70a	VN	746
C04	17,14c	19,55e	4,26d	2,04d	1,12d	1,10d	4,26a	47,16b	26,23b	26,62b	VN	701
C05	19,72b	22,34c	6,19c	3,05c	1,37c	1,78b	4,46a	48,98b	22,22b	28,80b	VN	735
C06	15,12d	16,97f	3,29e	1,31e	1,02d	0,98d	2,85b	35,67c	33,18a	31,15a	CC	605
C07	16,62c	19,16e	4,60d	1,72e	1,45c	1,42c	2,58b	37,49c	31,44a	31,07a	CC	605
C08	20,21b	21,13d	5,41c	2,61d	1,28c	1,53c	3,86a	48,13b	23,63b	28,25b	DM	923
C09	22,66a	25,62a	9,26a	4,57a	2,26a	2,43a	4,07a	49,22b	24,36b	26,42b	DM	904
C10	14,15d	17,96f	3,22e	1,29e	0,84d	1,09d	4,75a	39,97c	26,04b	33,99a	CC	164
C11	16,56c	19,56e	4,47d	2,11d	1,17c	1,19d	3,28b	46,79b	26,56b	26,65b	VN	713
C12	19,93b	20,80d	5,06c	3,06c	0,87d	1,13d	2,29b	60,10a	17,08c	22,83b	BR	903
C13	15,28d	18,90e	3,92d	1,53e	1,30c	1,08d	3,25b	38,75c	33,44a	27,81b	VN	699
Média	18,37	20,80	5,34	2,51	1,34	1,50	3,76	45,78	25,81	28,41		
CV (%) ³	8,60	6,78	19,8	24,40	24,05	19,38	40,68	14,63	16,38	14,15		
h^2	96,66	96,77	96,46	96,23	94,08	96,81	66,55	91,33	94,12	81,36		
CV_g	14,63	11,74	32,66	38,97	30,32	33,79	18,14	15,02	20,73	9,35		
CV_g/CV	1,70	1,73	1,65	1,60	1,26	1,74	0,45	1,03	1,27	0,66		

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

²DL, DT: diâmetro longitudinal e transversal dos frutos, respectivamente (mm); MF, MP, MS, MC: massa fresca do fruto, da polpa, das sementes por fruto e da casca, respectivamente (g); FF: firmeza dos frutos (N); PP, PS e PC: rendimentos percentuais (p/p) da polpa, das sementes por fruto e da casca, respectivamente. CDD: cidade; BR: Brejetuba; CC: Conceição do Castelo; DM: Domingos Martins; MF: Marechal Floriano; VN: Venda Nova do Imigrante; ALT: altitude (metros acima do nível do mar).

³CV (%): coeficiente de variação experimental; h^2 : coeficiente de herdabilidade; CV_g : coeficiente de variação genético; CV_g/CV : índice de variação.

Todas as correlações entre DL, DT, MF, MP, MS e MC foram positivas e significativas, variando de 0,6092 (MP x MS) e 0,9802 (DT x MF). Já as correlações entre DL x PS (-0,6284), MP x PS (-0,6604) e PP x PS (-0,9262) indicam que quanto maiores e mais pesados forem os frutos, proporcionalmente eles têm menor massa de sementes (Figura 3). Segundo Martins et al. (2011) [18], dentre as características físicas, o melhoramento genético para a cabeludinha deve buscar materiais com frutos de maior rendimento em polpa e maior tamanho. Diante disso, deve-se priorizar a seleção de frutos de maior DL, por ter correlação positiva com MF e PP, além de correlação negativa com PS. Para Zerbielli et al. (2016) [19] a redução do número e do tamanho das sementes são características que favorecem o consumo *in natura* de frutos, assim como para a utilização no processamento industrial, pois aumentam o rendimento.

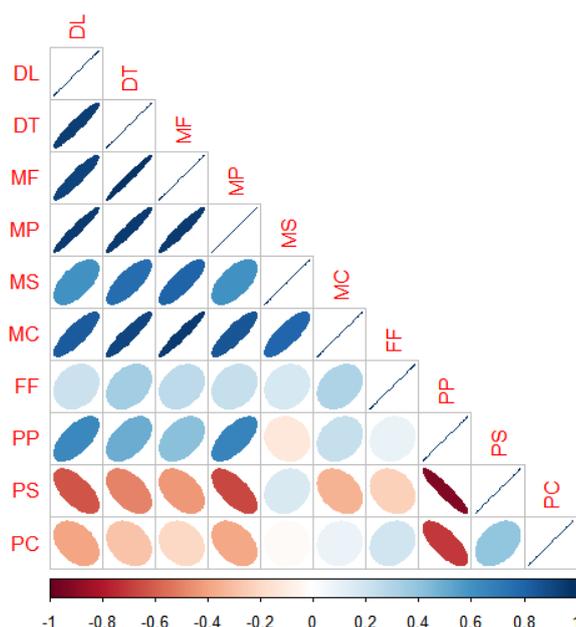


Figura 3: Correlação de Pearson entre as variáveis diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) do fruto, da massa fresca do fruto (MF), da polpa (MP), das sementes por fruto (MS) e da casca (MC), firmeza dos frutos (FF) e rendimentos percentuais da polpa (PP), das sementes por fruto (PS) e da casca (PC) avaliadas em treze acessos de cabeludinha coletados na Região Serrana do Espírito Santo.

3.3 Jaboticabeira (*Plinia cauliflora* (DC.) Kausel)

Houve grande variabilidade entre os acessos de jaboticabeira avaliados, com formação de dois (FF e PS) a cinco (DL) grupos. Os frutos tiveram, em média, DL de 22,69 mm e DT de 22,96 mm, resultado em relação DL/DT de 0,98, indicando frutos arredondados, e massa de frutos de 8,00 g (Tabela 3). Esses resultados corroboram com Danner et al. (2011) [20], que relataram frutos de jaboticaba com diâmetro médio de 22,2 mm e massa média de frutos de 7,0 g.

Para Zerbielli et al. (2016) [19], a importância do percentual de polpa e casca de jaboticabeiras relaciona-se com a destinação destes frutos. O rendimento em polpa é considerado a característica mais importante para o consumo *in natura*, onde a casca não é utilizada. Para essa variável, a média dos acessos estudados foi de 69,83%, com o grupo de maiores médias variando de 70,92% a 76,51%. Por outro lado, a casca de jaboticabeira é utilizada na elaboração de bebidas fermentadas, geleias, sucos, ou para a extração de antocianinas para fins industriais ou farmacológicos [19]. Para esse uso, o acesso J03 teve maior média, com 36,35%. Esse acesso também obteve os maiores valores para DL, DT, MF, MS e MC.

Avaliando 36 acessos de jaboticabeiras de cinco localidades, Danner et al. (2011) [20] obtiveram médias de 55% de PP e 39,4% de PC e observaram que essas variáveis contribuíram com 45,5% e 48%, respectivamente, para a dissimilaridade entre os materiais. Esse resultado

reforça a existência de variabilidade genética entre acessos de jabuticabeira e a necessidade de conservá-los e caracterizá-los, possibilitando o seu uso em programas de melhoramento.

Assim como para a cabeludinha, na jabuticaba, a presença da semente e o rompimento do fruto dificultam a avaliação da firmeza com o penetrômetro utilizado, que ao imprimir força sobre o fruto, estoura a casca, impedindo a avaliação com precisão. Isso se refletiu no alto coeficiente de variação desta variável (65,06%) e no baixo índice de variação (0,30).

Tabela 3. Agrupamento de médias e parâmetros genéticos de dez variáveis morfoagronômicas avaliadas em nove acessos de jabuticabeiras coletados na Região Serrana do Espírito Santo.

Acessos ¹	DL ²	DT	MF	MP	MS	MC	FF	PP	PS	PC	CDD	ALT
J01	22,74d	23,19c	7,28 c	5,41b	0,31c	1,55c	2,60b	74,50a	4,18b	21,32c	VN	746
J02	19,74e	19,52d	4,54 d	3,02c	0,33c	1,19c	3,77a	66,34b	7,33a	26,32b	VN	714
J03	28,55a	31,21a	16,34 a	8,99a	1,43a	5,92a	4,04a	54,98c	8,67a	36,35a	VN	735
J04	23,93c	24,01c	8,90 c	6,42b	0,49b	1,99b	2,43b	71,79a	5,48b	22,73c	CA	155
J05	21,97d	21,97c	6,13 d	4,41c	0,34c	1,38b	4,51a	72,13a	5,38b	22,46c	DM	925
J06	20,73e	20,88d	5,47 d	3,70c	0,27c	1,50c	2,77b	67,55b	4,92b	27,53b	DM	863
J07	20,56e	20,32d	6,08 d	4,43c	0,29c	1,35c	1,87b	70,92a	5,29b	23,79c	CA	164
J08	25,73b	25,73b	11,89 b	9,13a	0,56b	2,19b	2,72b	76,51a	4,64b	18,84d	DM	936
J09	20,30e	19,86d	5,45 d	4,05c	0,21c	1,20c	2,57b	73,70a	3,91b	22,38c	DM	949
Média	22,69	22,96	8,00	5,51	0,47	2,03	3,03	69,83	5,53	24,64		
CV (%)³	7,38	8,01	22,66	26,30	43,57	19,72	65,06	6,71	37,85	14,26		
h²	96,71	97,55	97,77	95,81	97,05	99,29	48,29	94,68	81,34	95,24		
CV_g	12,67	15,99	47,45	39,80	79,03	70,52	19,88	8,95	24,99	20,15		
CV_g/CV	1,72	2,00	2,09	0,98	1,84	3,73	0,30	1,33	0,66	1,42		

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

²DL, DT: diâmetro longitudinal e transversal dos frutos, respectivamente (mm); MF, MP, MS, MC: massa fresca do fruto, da polpa, das sementes por fruto e da casca, respectivamente (g); FF: firmeza dos frutos (N); PP, PS e PC: rendimentos percentuais (p/p) de polpa, de semente por fruto e de casca, respectivamente; CDD: cidade; CA: Castelo; DM: Domingos Martins; VN: Venda Nova do Imigrante; ALT: altitude (metros acima do nível do mar).

³CV (%): coeficiente de variação experimental; h²: coeficiente de herdabilidade; CV_g: coeficiente de variação genético; CV_g/CV: índice de variação.

Para as demais variáveis avaliadas em jabuticabeira, os coeficientes de herdabilidade (h²) foram superiores a 81%, mesmo quando o coeficiente de variação foi alto (superior a 30%), indicando que os valores fenotípicos representaram os genótipos, sendo favorável para realização de seleção e melhoramento. Neste caso, o coeficiente de variação alto pode ter sido consequência da ampla variação dos dados em torno da média, o que aumenta o CV, e não do efeito ambiental. De acordo com Frischie et al. (2020) [21], espécies que ainda não passaram pelo processo de domesticação e melhoramento de plantas, como as espécies nativas da Mata Atlântica, não há uniformidade para as características de fruto, contribuindo para o aumento dos coeficientes de variação, sendo, por isso, necessário adaptar os métodos de avaliação. Os índices de variação só não foram superiores a unidade para MP, FF e PS (Tabela 3).

A relação entre PP e PC foi evidenciada por uma correlação negativa forte (-0,8325) (Figura 4). Salla et al. (2015) [22], ao realizar um estudo de correlações entre caracteres de frutos de jabuticaba por meio da análise de trilha, observaram que o percentual de casca tem maior correlação (-0,9870) e maior efeito direto (-0,9700) sobre o rendimento de polpa. Com base nesses dois resultados, o PC pode ser usado para a seleção de frutos com maior PP. No entanto, ambas as variáveis não podem ser avaliadas sem a destruição dos frutos, o que dificulta a análise. Além disso, a relação entre PC x PS (0,5458) pode resultar em mais sementes nos frutos.

O PP, PS e PC também tiveram correlações superiores a 0,7100 com MC e MS, sendo que a relação PP x MC e PP x MS foram negativas. Por outro lado, não houve correlação significativa

entre PP, PS e PC com a MF. Além disso, todas as correlações entre DL, DT, MF, MP, MS e MC foram superiores a 0,7300 (Figura 4). Zerbielli et al. (2016) [19] relataram que a massa dos frutos teve correlação com PP de 44% e com o DL e DT acima de 87%. Assim, a seleção de frutos com maior massa pode ser realizada com base no tamanho dos frutos, porém, como observado nesse estudo e por Salla et al. (2015) [22], a relação entre a massa do fruto e o percentual de polpa precisa ser melhor avaliada, pois há interferência maior do percentual de semente e de casca.

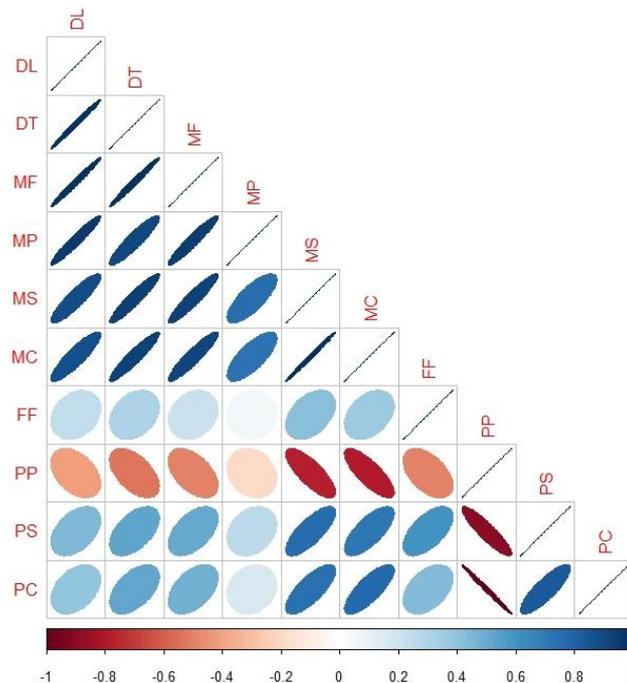


Figura 4: Correlação de Pearson entre as variáveis diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) de fruto, massa fresca do fruto (MF), da polpa (MP), das sementes por fruto (MS) e da casca (MC), firmeza dos frutos (FF) e rendimentos percentuais da polpa (PP), das sementes por fruto (PS) e da casca (PC) avaliadas em nove acessos de jaboticabeiras coletados na Região Serrana do Espírito Santo.

3.4 Uvaieira (*Eugenia pyriformis* Cambess)

Os frutos de uvaieira possuem forma achatada ou piriforme [10]. Neste estudo, os frutos coletados eram piriformes, com DB médio de 31,11 mm e DA médio de 18,59 mm, além de ampla variação na massa de frutos e de polpa. A MF dos acessos coletados variou de 9,08 a 28,04 g, com média de 15,65 g e o DL ficou entre 27,93 e 44,32 mm, com média de 34,89 mm (Tabela 4). Silva et al. (2018) [23] analisaram duas populações de uvaieira no município de Salesópolis, SP, que tiveram, em média, DL de 20,0 e 30,8 mm e MF de 8,25 e 22 g, para frutos pequenos e grandes, respectivamente. Comparativamente, nesse trabalho foram encontrados acessos maiores e mais pesados do que os relatados por Silva et al. (2018) [23], reforçando a ampla diversidade genética ainda disponível para a espécie.

Observou-se frutos com rendimento de polpa médio de 90,01%. Para esta característica, os acessos U02, U03, U05 e U09 tiveram rendimentos em polpa superiores, com média de 93,14% e MF média de 20,08 g (Tabela 4). Os acessos U02, U03 e U09 foram coletados em diferentes localidades de Domingos Martins, em altitudes de 938, 916 e 882 m ANM, respectivamente; e o acesso U05 foi coletado em Venda Nova do Imigrante, a 735 m ANM. Sartori et al. (2010) [24] descreveram a massa média das uvaieiras comuns de 16,9 g, com rendimentos de polpa de 87,9%, sendo o rendimento de polpa menor do que os resultados obtidos nesse estudo. Isso indica o potencial dos acessos de uvaieira da Região Serrana do Espírito Santo, para utilização na agroindústria, na produção de geleias, polpas, sorvetes, sucos, licores, dentre outras formas de aproveitamento como a cosmetologia.

Um dos grandes entraves para a comercialização *in natura* de uvaieira é a sua perecibilidade pós-colheita, devido a sua suscetibilidade a danos mecânicos [10]. Uma das formas de reduzir as injúrias é desenvolvendo cultivares com a presença de genes que conferem maior firmeza nos frutos. Para essa variável, houve a formação de dois grupos, sendo favoráveis os acessos U02, U04 e U11.

Tabela 4: Agrupamento de médias e parâmetros genéticos de nove variáveis morfoagronômicas avaliadas em onze acessos de uvaieira coletados na Região Serrana do Espírito Santo.

Acessos ¹	DL ²	DB	DA	MF	MP	MS	FF	PP	PS	CDD	ALT
U01	27,93d	27,98d	17,57d	11,30d	9,85d	1,44b	1,30b	87,77b	12,23a	DM	894
U02	35,04c	30,42c	11,84e	15,84c	14,75c	1,08b	1,70a	93,16a	6,84b	DM	938
U03	44,32a	36,27a	12,68e	28,04a	25,79a	2,26a	1,41b	92,21a	7,80b	DM	916
U04	34,19c	26,86d	18,37d	11,86d	10,64d	1,22b	1,58a	90,31b	9,69a	MF	882
U05	31,76c	33,07b	34,38a	18,00b	16,59b	1,41b	1,26b	92,36a	7,64b	VN	735
U06	29,60d	26,16d	26,32c	9,08d	8,02d	1,06b	0,94b	88,32b	11,68a	DM	943
U07	28,78d	26,23d	13,96e	10,36d	9,04d	1,33b	0,85b	87,62b	12,38a	DM	854
U08	38,76b	38,62a	30,61b	21,98b	19,38b	2,61a	1,18b	87,88b	12,12a	DM	845
U09	41,38a	32,85b	11,00e	18,43b	17,47b	0,96b	1,07b	94,83a	5,17b	DM	882
U10	34,26c	32,11b	13,41e	11,66d	10,19d	1,47b	1,33b	87,19b	12,82a	MF	952
U11	37,79b	31,67b	14,30e	15,65c	13,87c	1,78b	2,04a	88,45b	11,55a	MF	882
Média	34,89	31,11	18,59	15,65	14,14	1,51	1,33	90,01	9,99		
CV (%)³	12,25	11,35	15,04	27,43	27,30	42,56	41,30	3,19	28,73		
h²	93,45	92,57	98,82	94,37	94,86	84,42	74,50	88,58	88,58		
CV_g	14,63	12,67	43,43	35,50	37,10	35,15	22,32	2,81	25,31		
CV_g/CV	1,19	1,12	2,89	1,29	1,36	0,74	0,54	0,88	0,88		

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

² DL, DB e DA: diâmetro longitudinal, na base e no ápice de fruto, respectivamente (mm); MF, MP, MS: massa fresca do fruto, da polpa e das sementes por fruto, respectivamente (g); FF: firmeza dos frutos (N); PP e PS: rendimentos percentuais (p/p) da polpa e das sementes por fruto, respectivamente. CDD: cidade; DM: Domingos Martins; MF: Marechal Floriano; VN: Venda Nova do Imigrante; ALT: altitude (metros acima do nível do mar).

³ CV (%): coeficiente de variação experimental; h²: coeficiente de herdabilidade; CV_g: coeficiente de variação genético; CV_g/CV: índice de variação.

Os parâmetros genéticos avaliados para frutos de uvaia confirmaram a variabilidade encontrada no agrupamento de médias, onde CV_g/CV maiores que 1 foram observados para DL, DB, DA, MF e MP, que tiveram as médias agrupadas em quatro ou cinco grupos. Por outro lado, para MS, FF, PP e PS, o CV_g/CV foi menor que 1 e houve apenas a formação de dois grupos. Para essas variáveis, estratégias para a ampliar a variabilidade genética podem ser conduzidas, como o cruzamento entre acessos contrastantes. Posteriormente, o processo de seleção será facilitado pela alta herdabilidade, que foi superior a 74,50%, para todas as variáveis em estudo (Tabela 4).

Para MS e FF, o coeficiente de variação foi alto (maior que 40%) e o CV_g/CV foi baixo (inferior a 1,0), e mesmo para essas variáveis, a herdabilidade foi alta (84,42 e 74,50%, respectivamente). Isso indica que há grande variabilidade entorno da média para essas variáveis, mas que apesar de haver interferência ambiental, a variação de natureza herdável foi alta, favorecendo a seleção.

Correlações positivas foram obtidas entre DL x DB, MF, MP; DB x MF, MP e MS; MF x MP e MS; e MP x MS, variando de 0,6196 (MF x MP) e 0,9975 (DA x MF) (Figura 5). Assim como para as demais frutas avaliadas nesse estudo, as relações entre os diâmetros e as massas dos frutos

foram altas, indicando que frutos maiores são mais pesados, mas isso pode não se refletir no percentual de polpa.

Já a correlação entre PP x PS foi de -0,9990. Essa relação negativa entre as variáveis também foi descrita por Silva et al. (2018) [23], onde frutos grandes tinham 5,53% de sementes e frutos pequenos tinham 12,55%. Esse resultado é favorável para processamento de frutos, pois o maior rendimento de polpa associado ao menor percentual de sementes aumenta a eficácia da operação de despulpamento e reduz os resíduos do processo.

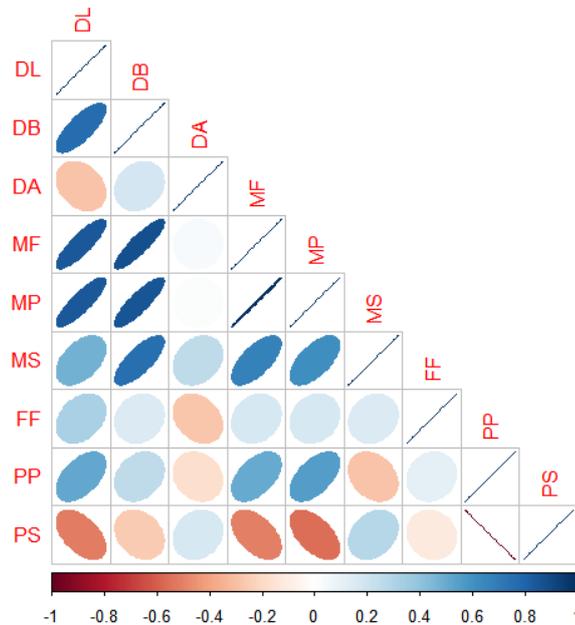


Figura 5. Correlação de Pearson entre as variáveis diâmetro longitudinal (DL), da base (DB) e do ápice (DA) de fruto, massa fresca do fruto (MF), da polpa (MP) e das sementes por fruto (MS), firmeza dos frutos (FF) e rendimentos percentuais de polpa (PP) e das sementes por fruto (PS) avaliadas em onze acessos de uvaieira coletados na Região Serrana do Espírito Santo.

4. CONCLUSÃO

Os acessos de araçauína, cabeludinha, jabuticabeira e uvaieira coletados na Região Serrana do Espírito Santo, Brasil, possuem ampla variabilidade quanto ao tamanho de frutos e rendimento em polpa. Esta variabilidade observada é de natureza genética, indicando condição favorável para utilização destes acessos em programas de melhoramento genético e conservação das espécies.

Para essas espécies, o tamanho dos frutos pode ser utilizado para a seleção indireta de frutos mais pesados e o rendimento de polpa está relacionado negativamente com a massa de sementes.

5. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes - código de financiamento 001) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mittermeier RA, Turner WR, Larsen FW, Brooks TM, Gascon C. Global biodiversity conservation: The critical role of hotspots. In: Zachos FE, Habel FC, editors. Biodiversity Hotspots: Distribution and protection of conservation priority areas. Heidelberg (DE): Springer; 2011. p. 3-22. doi: 10.1007/978-3-642-20992-5

2. Moreira SO, Godinho TO, Barros BLA, Zucoloto M. Produção de frutas nativas como opção de geração e diversificação de renda. In: Zucoloto M, Zago HB, editores. Fruticultura tropical: Diversificação e consolidação. Alegre (ES): Caufes; 2019. p. 113-27.
3. Soares ID, Nogueira AC, Grabias J, Kuniyoshi YS. Caracterização morfológica de fruto, semente e plântula de *Psidium rufum* DC. (Myrtaceae). Iheringia. Série Botânica. 2017 Ago;72(2):221-7. doi: 10.21826/2446-8231201772208
4. Ferro AFP. Oportunidades tecnológicas, estratégias competitivas e marco regulatório: O uso sustentável da biodiversidade por empresas brasileiras. Rev Fitos. 2006 Set;2(2):30-5. doi: 10.32712/2446-4775.2006.49
5. Barros BLA, Zucoloto M, Moreira SO, Godinho TO, Buffon SB, Morais AL. Physicochemical quality of araçauína and grumixama at different ripening stages. Rev Bras Frutic. 2020 Set;42(6):e-655. doi: 10.1590/0100-29452020655
6. Haminiuk CWI, Plata-Oviedo MSV, Guedes AR, Stafussa AP, Bona E, Carpes ST. Chemical, antioxidant and antibacterial study of brazilian fruits. Int J Food Sci Technol. 2011 Maio;46(7):1529-37. doi: 10.1111/j.1365-2621.2011.02653.x
7. Hunter D, Borelli T, Beltrame DM, Oliveira CN, Coradin L, Wasike VW, et al. The potential of neglected and underutilized species for improving diets and nutrition. Planta. 2019 Abr;250(1):709-29. doi: 10.1007/s00425-019-03169-4
8. Macêdo DG, Souza MMA, Morais-Braga, MFB, Coutinho HDM, Santos ATL, Machado AJT, et al. Seasonality influence on the chemical composition and antifungal activity of *Psidium myrtilloides* O. Berg. South Afr J Bot. 2020 Jan;128(1):9-17. doi: 10.1016/j.sajb.2019.10.009
9. Guimarães LAOP, Dariva MD, Oliveira SB, Bellon AA, Mendonça GC. Germinação de sementes e vigor de plântulas de *Myrciaria glazioviana* submetidas a sombreamentos. Rodriguésia. 2018 Out;69(4):2237-43. doi: 10.1590/2175-7860201869448
10. Jacomino AP, Silva APG, Freitas TP, Morais VSP. Uvaia - *Eugenia pyriformis* Cambess. In: Rodrigues S, Silva EO, Brito ES, editores. Exotic fruits. Amsterdam (NL): Elsevier Inc.; 2018. p. 435-8. doi: 10.1016/B978-0-12-803138-4.00058-7
11. Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. Koppen's climate classification map for Brazil. Meteorol Z. 2013 Jan;22(6):711-28. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507
12. Cruz CD. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. Acta Scientiarum. Agronomy. 2016 Out;38(4):547-52. doi: 0.4025/actasciagron.v38i4.32629
13. Wey T, Simko V, Levy M, Xie Y, Jin Y, Zemla J. Package 'corrplot'. R package version 4.1.3. R Core Team 2017. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/corrplot/corrplot.pdf>
14. Soares ID, Nogueira AC, Grabias J, Kuniyoshi YS. Caracterização morfológica de fruto, semente e plântula de *Psidium rufum* DC. (Myrtaceae). Iheringia. Série Botânica. 2017 Ago;72(2):221-7. doi: 0.21826/2446-8231201772208
15. Melo APC, Seleguini A, Veloso VRS. Caracterização física e química de frutos de araçá (*Psidium guineense* Swartz). Comun Sci. 2013 Mar;4(1):91-5. doi: 10.14295/cs.v4i1.193
16. Campos BM, Viana AP, Quintal SSR, Barbosa CD, Daher RF. Heterotic group formation in *Psidium guajava* L. by artificial neural network and discriminant analysis. Rev Bras Frutic. 2016 Fev;38(1):151-7. doi: 10.1590/0100-2945-258/14
17. Ferreira JP, Schmildt ER, Schmildt O, Cattaneo LF, Alexandre RS, Cruz CD. Comparison of methods for classification of the coefficient of variation in papaya. Rev Ceres. 2016 Mar/Abr;63(2):138-44. doi: 10.1590/0034-737X201663020004
18. Martins ABG, Silva JAA, Andrade RA. Cabeludinha. Jabuticabal (SP): Funep; 2011. (Série Frutas Nativas; 03).
19. Zerbielli L, Nienow AA, Dalacorte L, Jacobs R, Daronch T. Diversidade físico-química dos frutos de jabuticabeiras em um sítio de ocorrência natural. Rev Bras Frutic. 2016 Fev;38(1):107-16. doi: 10.1590/0100-2945-267/14
20. Danner MA, Citadin I, Sasso SAZ, Scariot S, Benin G. Genetic dissimilarity among jabuticaba trees native to Southwestern Paraná, Brazil. Rev Bras Frutic. 2011 Jun;33(2):517-25. doi: 10.1590/S0100-29452011005000078
21. Frischie S, Miller AL, Pedrini S, Kildisheva OA. Ensuring seed quality in ecological restoration: Native seed cleaning and testing. Restor Ecol. 2020 Ago;28(S3):S239-48. doi: 10.1111/rec.13217
22. Salla VP, Danner MA, Citadin I, Sasso SAZ, Donazzolo J, Gil BV. Análise de trilha em caracteres de frutos de jabuticabeira. Pesq Agrop Bras. 2015 Mar;50(3):218-23. doi: 10.1590/S0100-204X2015000300005
23. Silva APG, Tokairin TO, Alencar SM, Jacomino AP. Characteristics of the fruits of two uvaia populations grown in Salesópolis, SP, Brazil. Rev Bras Frutic. 2018;40(2):e-511. doi: 10.1590/0100-29452018511

24. Sartori S, Donadio LC, Martins ABG, Moro FV. Uvaia. Jaboticabal (SP): Funep; 2010. (Série Frutas Nativas; 11).