



## DIVERGÊNCIA GENÉTICA E ÍNDICES DE SELEÇÃO DOS ATRIBUTOS PRODUTIVOS DE CLONES DE *Coffea canephora* CULTIVADOS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

## GENETIC DIVERGENCE AND SELECTION INDICES OF PRODUCTIVE TRAITS IN *Coffea canephora* CLONES CULTIVATED IN WESTERN AMAZONIA

### Larissa Cristina Torrezani Starling Reinicke

Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia na Amazônia Legal pela Rede Bionorte (Desde 2020). Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Rondônia Campus Cacoal.

[larissa.starling@ifro.edu.br](mailto:larissa.starling@ifro.edu.br)

### Marcelo Curitiba Espindula

Doutorado em Fitotecnia(Produção Vegetal) pela Universidade de Viçosa, Brasil(2010) Docente no Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Rondônia, Brasil, Bolsista de Produtividade em Pesquisa 1D

[marcelo.espindula@embrapa.br](mailto:marcelo.espindula@embrapa.br)

### Rodrigo Barros Rocha

Doutorado em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa, Brasil(2007), Pesquisador da Embrapa – Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia, Brasil, Bolsista de Produtividade em Pesquisa 2

[rodrigo.rocha@embrapa.br](mailto:rodrigo.rocha@embrapa.br)

**Resumo** – A seleção genética, especialmente por meio da seleção clonal de *Coffea canephora*, tem sido uma estratégia essencial para o desenvolvimento da cafeicultura rondoniense, visando aumentar a produtividade e a qualidade dos grãos. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi quantificar os ganhos com a seleção para a produtividade e características físicas de grãos de genótipos de *Coffea canephora* cultivados na Amazônia Ocidental. Foram avaliados 31 genótipos comerciais selecionados por cafeicultores do estado de Rondônia e comercializados em domínio público. Ao atingir o ponto de maturação, os grãos foram colhidos, secos, beneficiados e pesados para

determinar produtividade, massa de mil grãos e tamanho médio de peneira, em três safras. As análises de variância mostraram desempenho diferencial entre os genótipos para todas as características estudadas. A estimativa dos parâmetros genéticos indicou a existência de forte controle genético sobre produtividade, massa de grãos e tamanho médio de peneira, com herdabilidade variando de 78,48% a 99,20%. Os genótipos N15, AS1, N16, R22, VP156, LB80, GB4, L1, N8(G8), LB33 e AR106 destacam-se pela maior produtividade, com média estimada de 134,2 sacas ha<sup>-1</sup>. O genótipo SK41 apresentou a maior massa de 1000 grãos (237,07 g) e os genótipos LB88 e N13 apresentaram peneira média 18. Dentre os diferentes índices de seleção estudados, o Índice Smith Hazel, proporcionou o maior ganho total de seleção. Os genótipos mostraram ampla variabilidade genética e diferentes índices de seleção permitiram selecionar genótipos superiores, com uma taxa de coincidência de 50%. Os genótipos N8(G8), GB4 e L1 foram selecionados em todas as metodologias empregadas.

**Palavras-chave:** Seleção genética; Robusta; Produtividade; Genótipos; Herdabilidade

**Abstract** – Genetic selection, especially through clonal selection of *Coffea canephora*, has been a key strategy for the development of coffee cultivation in Rondônia, aiming to increase productivity and grain quality. In this context, the objective of this study was to quantify the gains from selection for productivity and physical characteristics of grains from *Coffea canephora* genotypes cultivated in Western Amazonia. Thirty-one commercial genotypes selected by coffee growers from the state of Rondônia and available in the public domain were evaluated. Upon reaching maturity, the grains were harvested, dried, processed, and weighed to determine productivity, thousand-grain weight, and average sieve size across three harvests. Variance analyses showed differential performance among the genotypes for all studied characteristics. Estimates of genetic parameters indicated strong genetic control over productivity, grain weight, and average sieve size, with heritability ranging from 78.48% to 99.20%. The genotypes N15, AS1, N16, R22, VP156, LB80, GB4, L1, N8(G8), LB33, and AR106 stood out for their higher productivity, with an estimated average of 134.2 bags per hectare. The genotype SK41 had the highest thousand-grain weight (237.07 g), while genotypes LB88 and N13 had an average sieve size of 18. Among the different selection indices studied, the Smith-Hazel Index provided the greatest total selection gain. The genotypes showed broad genetic variability, and different selection indices allowed for the selection of superior genotypes, with a coincidence rate of 50%. The genotypes N8(G8), GB4, and L1 were selected across all employed methodologies.

**Keywords:** Genetic selection; Robusta; Productivity; Genotypes; Heritability

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo do café na Amazônia remonta ao início da década de 80, quando paranaenses e mineiros introduziram o café arábica, enquanto os capixabas trouxeram o café canéfora, especialmente o grupo conilon. Em Rondônia, o café conilon encontrou vantagens competitivas, tornando-se a preferência dos produtores. Atualmente, a cafeicultura é amplamente praticada no estado, com uma produção que ultrapassou 3 milhões de sacas na safra 2023/2024, colocando Rondônia como o segundo maior produtor brasileiro de *Coffea canephora* (CONAB, 2024; TEIXEIRA, 2015).

A partir da década de 2010, a cafeicultura de Rondônia passou por um processo de intensa transformação, fundamentada na utilização de mudas propagadas vegetativamente por meio de estaquia (clonagem), a partir de plantas matrizes de *Coffea canephora* selecionadas nas lavouras comerciais de origem seminífera, considerando, principalmente, maior potencial produtivo e melhor uniformidade de maturação (ESPINDULA et al., 2022; ROCHA et al., 2015).

O potencial produtivo de um genótipo é expresso através da produtividade, um dos parâmetros mais importantes relacionados às características produtivas do cafeeiro quando se visa à seleção, pois a quantidade de frutos produzida pelo cafeeiro, associada a um número adequado de plantas por área resultará em safras mais rentáveis (MATIELLO et al., 2005).

Diversos componentes reprodutivos interferem na produção da planta como a massa de mil grãos e a peneira média dos grãos, os quais estão intrinsecamente associados ao genótipo. No que concerne à massa de mil grãos, variações consideráveis são observadas entre diferentes genótipos, o que impacta diretamente o tamanho dos frutos produzidos. A uniformidade e o tamanho dos grãos após o beneficiamento, conhecido como peneira média, também são determinados pelo genótipo e, associados a outros aspectos relacionados a qualidade, geralmente apresentam maior valor no mercado (FERRÃO et al., 2019; LAVIOLA et al., 2006; LOPES JÚNIOR et al., 2024).

Pesquisas sobre divergência genética revelam que a espécie *Coffea canephora* possui ampla variabilidade natural, impulsionada pela ocorrência de cruzamentos

naturais entre e dentro de suas populações, impulsionando avanços significativos nos programas de melhoramento genético (ARAÚJO et al., 2021; SILVA et al., 2017; STARLING et al., 2016). Neste contexto, a genética quantitativa possui relevância para o melhoramento genético por atuar diretamente nos caracteres quantitativos, possibilitando identificar, acumular e perpetuar genes favoráveis (FALCONER, 1981). Para tanto, modelos biométricos desempenham papel crucial na interpretação da expressão de características agronômicas e do progresso genético com a seleção de plantas (CARVALHO et al., 2018).

Os modelos biométricos ajudam a compreender as relações entre as diferentes características e como elas são influenciadas por fatores genéticos e ambientais. Entre as estimativas mais importantes para quantificar o progresso genético com a seleção estão as estimativas de variância e de covariâncias genéticas e ambientais, trabalhadas na forma de uma matriz (CRUZ et al., 2014; RESENDE, 2015).

Além disso, para o melhoramento de culturas perenes, como o café, tem-se como alternativa a utilização de índices de seleção. Esses índices podem ser entendidos como diferentes técnicas multivariadas que consideram uma associação entre o desempenho dos genótipos e um valor teórico, resultante da combinação das características mais importantes escolhidas pelo melhorista, sobre os quais se deseja exercer a seleção simultânea (BARBOSA & PINTO, 1998; CRUZ et al., 2004)

Um dos primeiros índices de seleção foi proposto por SMITH, 1936; HAZEL, 1943 com uso de variâncias e covariâncias genotípicas e fenotípicas, por meio de uma combinação linear das características ponderadas por coeficientes estimados a partir de estimativas de variâncias genéticas e fenotípicas (MORAES et al., 2013).

O índice livre de peso e parâmetros elaborado por Elston (1963) considera igual ênfase das características na seleção e não necessitando de estimativas de parâmetros genotípicos e fenotípicos. Esta metodologia, é especialmente útil quando pouco é conhecido sobre as características em avaliação (DALBOSCO, 2015).

Por sua vez, o índice proposto por Mulamba e Mock (1978), também conhecido por índice da soma de postos, se caracteriza por não estabelecer pesos econômicos sendo o ordenamento dos genótipos realizado de acordo com as características

desejadas, e posterior somatório das suas classificações (ATROCH et al., 2010; MORAES, et al., 2013).

O índice de distância genótipo - ideótipo (CRUZ, 2006) consiste em estabelecer um valor ideal para cada característica, indicando, desse modo, um genótipo ideal que normalmente não existe na população de melhoramento. A partir da diferença entre o desempenho de cada genótipo e o valor atribuído ao ideótipo, é estimada uma distância, sendo essa distância o próprio índice (LESSA et al., 2010).

A utilização de índices de seleção, possibilita melhor distribuição dos ganhos buscando selecionar plantas que apresentem um conjunto de características favoráveis (BARBOSA & PINTO, 1998; FERREIRA et al., 2005; GRANATE et al., 2002; REZENDE et al., 2014).

O objetivo deste trabalho quantificar os ganhos com a seleção para a produtividade e características físicas de grãos de genótipos de *Coffea canephora* cultivados na Amazônia Ocidental.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Experimento em Campo

Os 31 genótipos de *C. canephora* estudados neste trabalho são comercializados em domínio público na Amazônia Ocidental. Estes genótipos foram selecionados pelos próprios cafeicultores e estão entre os clones mais cultivados nesta região. Os genótipos se caracterizam como plantas híbridas com características das variedades botânicas Conilon e Robusta (ESPINDULA et al., 2022) (Tabela 1).

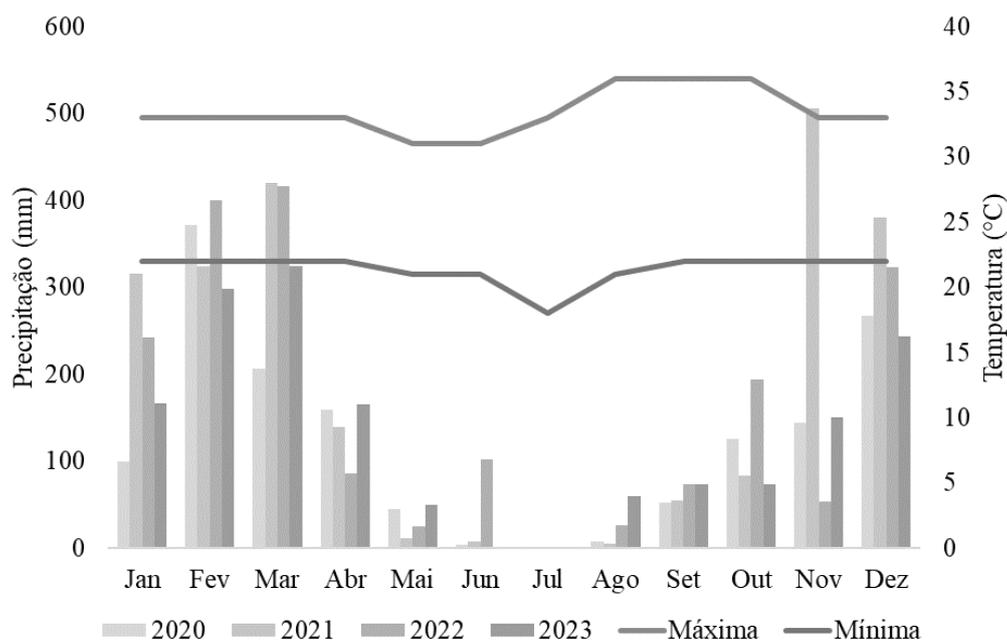
**Tabela 1 - Identificação de 31 genótipos estudados de acordo com sua origem e data de início da comercialização em domínio público.**

Genótipo	Viveirista	Data de comercialização
AS1	Ademar Schmidt	2013
AS4	Ademar Schmidt	2013
AS5	Ademar Schmidt	2020
AS7	Ademar Schmidt	2020
L1	Ademir Rosa	2012
AR4	Alcides Rosa	Desconhecida
AR106	Audiney Raasch	Desconhecida

GB7	Gilberto Boone	2015
IL138	Isaias Louzada	Desconhecida
LB11	Laerte Braun	Desconhecida
LB15	Laerte Braun	2017
LB16	Laerte Braun	Desconhecida
LB18	Laerte Braun	Desconhecida
LB30	Laerte Braun	2020
LB33	Laerte Braun	2020
LB68	Laerte Braun	2020
LB80	Laerte Braun	2014
LB88	Laerte Braun	2020
R22	Laerte Braun	2016
P60	Marcelo Braun	2020
N12	Nivaldo Ferreira	2020
N13	Nivaldo Ferreira	2017
N15	Nivaldo Ferreira	Desconhecida
N16	Nivaldo Ferreira	2012
N8(G8)	Nivaldo Ferreira	2012
R152	Ronaldo Oliveira	Desconhecida
SK41	Sérgio Kalk/Nivaldo	2010
VP156	Valdecir Piske	2016
GB1	Gilberto Boone	2017
GB4	Gilberto Boone	2017
WP6	Vanderlei Peter	2013

---

A lavoura experimental, conduzida nas safras 20/21, 21/22 e 22/23, está localizada no município de São Felipe d'Oeste- RO, em propriedade rural particular a altitude de 276 metros, com coordenadas geográficas 11° 53' 24" S de latitude e 61° 26' 25" O de longitude e precipitação média anual de 1820 mm durante o período experimental, temperaturas médias mensal máximas variando entre 31 e 36°C e mínimas entre 18 e 22°C (Figura 1). O clima regional é caracterizado como 'Am' pela classificação de Köppen, portanto, tropical úmido (ALVARES et al., 2013).



**Figura 1 – Precipitação, temperatura mensal média máxima e mínima na lavoura experimental em São Felipe do Oeste/RO durante o período experimental de 2020 a 2023**

A lavoura, plantada em espaçamento 3 × 1 m, foi conduzida seguindo as recomendações propostas por Marcolan e Espindula (2015) para o estado de Rondônia. O solo apresentava como características químicas pH 5,69 (água); 46,7 mg.dm<sup>-3</sup> de P (Melich); 0,4 cmol.dm<sup>-3</sup> de K (resina); 2,0 cmol.dm<sup>-3</sup> de Ca (resina); 1,0 cmol.dm<sup>-3</sup> de Mg (resina); 5,9 cmol.dm<sup>-3</sup> de H+Al; 1,2 cmol.dm<sup>-3</sup> de Al (KCl); 27 g.kg<sup>-1</sup> de M.O. (oxidação); e V 37%. O ensaio foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e a parcela experimental composta por duas plantas que tiveram seus grãos totalmente colhidos no momento em que atingiram 80% de maturação.

## 2.2 Coleta e processamento de amostras

Os frutos foram coletados quando atingiram o estágio de maturação M3, denominado fruto cereja, considerando o ciclo de maturação de cada clone. Procedeu-se com a derrça total dos frutos de cada parcela experimental, sua pesagem e separação de uma amostra de 2 kg por parcela para estimativa de produtividade e demais análises. Após a coleta, as amostras das parcelas experimentais foram imediatamente identificadas e, então, secas ao ar livre até atingirem umidade de 12%. Concluído o

processo de secagem, as amostras foram beneficiadas (descascadas em descascador de renda) e pesadas.

A determinação da produtividade (PROD) foi realizada obtendo assim a proporção de café da roça para café beneficiado. A produtividade de sacas de café processado de 60 kg por hectare foi estimada da seguinte forma (Equação 1):

$$PROD = \frac{(cr)}{60} * 3.333 * rend \quad (1)$$

onde: PROD é a produtividade do café em sacas por hectare; cr é a produção de café da roça por parcela; qp é o número de plantas na parcela; 3.333 é o número de plantas por hectare; rend é a proporção calculada entre o café processado e o café produzido na roça, expressa como um valor decimal; e 60 corresponde ao peso em quilogramas de uma saca de café beneficiado.

A determinação da massa de mil grãos (M1000g) foi realizada por meio da contagem manual e posterior determinação da massa dos grãos de cada amostra realiza em balança analítica.

Para a determinação da peneira média (Pen) das parcelas experimentais, amostras de 0,10 kg de grãos cru foram coletadas e utilizadas para a classificação da granulometria a partir da separação dos grãos por peneiras, obtida pelas percentagens de grãos retidos nas peneiras circulares (18; 17; 16; 15; 14 e 13), para grãos chatos, e peneiras oblongas (13; 12; 11; 10 e 9), para grãos redondos (moca), cujas classes podem ser observadas na Tabela 2.

**Tabela 2 - Classes utilizadas para a classificação do café, de acordo com a Tabela Oficial de Classificação.**

<b>Classificação</b>	<b>Peneiras</b>
Grão chato grosso (café grande)	17 e maiores
Grão chato médio (café médio)	15 e 16
Grão chatinho (café miúdo)	12;13 e 14
Grão moca grosso	11 a 13
Grão moca médio	10
Grão moquinha	8 e 9

### 2.3 Análise dos dados

Foi calculada a média das três safras para cada uma das características estudadas nos genótipos. Para avaliar a hipótese de que existem diferenças significativas entre os genótipos estudados o teste F da análise de variância foi interpretado de forma completamente casualizada seguindo o modelo proposto por Cruz et al. (2014) (Equação 2):

$$Y_{ij} = u + G_i + e_{ij} \quad (2)$$

onde:  $Y_{ij}$ = observação do  $i^{\text{th}}$  genótipo na repetição  $j^{\text{th}}$ ,  $u$  = média geral,  $G_i$ =  $i^{\text{th}}$  genótipo,  $e_{ij}$ = erro experimental associado ao  $i^{\text{th}}$  genótipo na  $j^{\text{th}}$  repetição. Para agrupar genótipos com comportamentos semelhantes foi utilizado o teste de Scott-Knott ao nível de 1% de probabilidade.

Os parâmetros genéticos mais importantes para caracterização do controle genético e eficiência do processo de seleção são herdabilidade, repetibilidade e precisão de seleção (CRUZ et al., 2014). A herdabilidade no sentido amplo mede a proporção relativa entre os efeitos genotípicos e ambientais na expressão das características. De acordo com Vencovsky e BARRIGA (1992), ela pode ser estimada por (Equação 3):

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} \quad (3)$$

onde:  $h^2$  é a herdabilidade no sentido amplo,  $\sigma_g^2$  é a variância genotípica, e  $\sigma_e^2$  é a variância ambiental.

As estimativas de ganhos de seleção foram realizadas de forma individual para as características avaliadas e de forma conjunta para estimativa do ganho total com a seleção. Os índices de seleção avaliados foram a Seleção Direta, por meio da produtividade; o índice clássico Smith (1936) e Hazel (1943); o índice da soma de ranks de Mulamba & Mock (1978); o índice livre de pesos e parâmetros de Elston (1963); e o índice de distância genótipo ideótipo de Cruz (2013).

O progresso genético foi quantificado, considerando ganhos diretos, resposta correlacionada e o uso de índices de seleção. A resposta correlacionada, que avalia

mudanças em características associadas à seleção para uma característica primária, foi estimada considerando avaliações em ambas as colheitas, seguindo a expressão (RESENDE, 2016) (Equação 4):

$$R(y/x) = k \cdot r_{(x,y)} \cdot h_x \cdot h_y \cdot \sigma_y \quad (4)$$

onde:  $R(y/x)$ : ganho genético indireto em uma característica  $y$  como resultado da seleção para uma característica  $x$ ,  $k$ : diferencial de seleção padronizado,  $r_{(x,y)}$ : correlação entre as características  $x$  e  $y$ ,  $h_x$ : herdabilidade da característica  $x$ ,  $h_y$ : herdabilidade da característica  $y$ ,  $\sigma_y$ : desvio padrão fenotípico da característica  $y$ .

Os valores genotípicos foram empregados para quantificar o progresso genético utilizando o índice baseado na soma de classificações (MULAMBA & MOCK, 1978), o índice de Smith & Hazel (SMITH, 1936) e o índice genótipo-ideótipo (CRUZ, 2013).

O índice de soma de ranks, conforme definido por Mulamba & Mock (1978), envolve a soma das classificações dos genótipos, que são ordenados com base em seus valores genéticos para cada característica. A classificação dos genótipos é então determinada ao organizá-los em ordem decrescente de seus valores genéticos para as características avaliadas.

O índice clássico proposto por Smith (1936) consiste em uma combinação linear de várias características economicamente significativas, com coeficientes de ponderação estimados para maximizar a correlação entre o índice e o agregado genotípico. Esse agregado é determinado por outra combinação linear de valores genéticos ponderados por seus respectivos valores econômicos (CRUZ, 2013). O ganho esperado para a característica  $y$ , quando a seleção é realizada com base no índice, é dado pela expressão (Equação 5):

$$\Delta g_{y(x)} = DS_{y(x)} h_y^2 \quad (5)$$

onde:  $\Delta g_{y(x)}$ : ganho esperado para a característica  $y$  quando a seleção é praticada usando o índice,  $DS_{y(x)}$ : diferencial de seleção da característica  $y$  em comparação com o índice  $x$ ,  $h_y^2$ : herdabilidade da característica  $y$ .

No índice genótipo-ideótipo (CRUZ, 2013), são consideradas as distâncias estimadas entre os genótipos e os valores de referência, definidos pelos máximos e mínimos observados, conforme a expressão (Equação 6):

$$G_i = \left[ 1/n \sum_{j=1}^n (x_{ij} - m_j)^2 \right]^{0,5} \quad (6)$$

onde:  $G_i$  é a distância genótipo-ideótipo;  $x_{ij}$  é a pontuação da técnica de análise de componentes principais para o  $i$ -ésimo genótipo no  $j$ -ésimo componente principal; e  $m_j$  é a pontuação associada à referência ideal no  $j$ -ésimo componente principal. As análises foram realizadas no software GENES (CRUZ, 2013).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância indicam a presença de diferenças significativas entre os genótipos avaliados em relação a todas as características estudadas (Tabela 3). Além disso, as estimativas do coeficiente de variação experimental (CVe) indicam uma adequada condução experimental, visto que o valor do coeficiente é inferior a 20%.

**Tabela 3 - Resumo da análise de variância e dos parâmetros genéticos da produtividade (sacas  $ha^{-1}$ ), massa de 1000 grãos (gramas) e peneira média de 31 clones comercializados em domínio público avaliados ao longo de três safras (média de três safras) no município de São Felipe d'Oeste - RO de 2020 a 2023.**

FV	GL	Prod	M1000g	Pen
Blocos	3	201,81	201,73	1,58
Tratamentos	30	1608.12**	3125.37**	3.79**
Resíduo	90	346,12	25,11	0,12
Média		113,36	179,12	16,55
Mínimo		55,30	120,00	13,67
Máximo		177,80	258,80	18,44
-----				
CVe		16,41	2,80	2,05
CVg		15,67	15,54	5,80
CVg/CVe		0,95	5,56	2,82
S <sup>2</sup> g		315,50	775,07	0,92
S <sup>2</sup> e		346,12	25,11	0,12
H <sup>2</sup>		78,48	99,20	96,96

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; CVe: Coeficiente de variação ambiental; CVg: Coeficiente de variação genotípica; CVg/CVe: Razão entre Coeficiente de variação genotípico e Coeficiente de variação ambiental; S<sup>2</sup>g: Variância genotípica; S<sup>2</sup>e: Variância ambiental; H<sup>2</sup>: Herdabilidade.

O coeficiente de variação experimental, também chamado de coeficiente de variação ambiental, determina o quanto o ambiente influencia na expressão fenotípica (CRUZ et al., 2014). É possível observar que para as características massa de 1000 grãos (M1000g) e peneira média (Pen) os valores ficaram abaixo de 3%, já para a produtividade o CVe foi de 16,41. Isso ocorre porque as características massa de grãos e a peneira média são relacionadas a fatores genéticos, enquanto a produtividade está intrinsecamente ligada a uma combinação de fatores, incluindo genética, manejo agrônômico e condições ambientais. Dessa forma, a variação na massa de grãos e na peneira média tendem a ser mais estáveis e menos sujeitas a flutuações ambientais significativas em comparação com a produtividade (FERRÃO, et al., 2019; ROCHA et al., 2015).

A significância do efeito de genótipos para todas as características estudadas indica a existência de variabilidade genética entre os genótipos. De maneira semelhante diversos estudos de divergência genética destacam a variabilidade genética existente entre os diferentes genótipos, influenciando uma ampla gama de características que vão desde características morfoagronômicas até atributos bioquímicos dos grãos de café, enfatizando a importância dos componentes genéticos na determinação de características do cafeeiro (CHESEREK et al., 2022; DUBBERSTEIN, et al., 2021; SILVA et al., 2023). Em cafeeiros *C. canephora* 'conilon' Ferrão et al., (2008), identificaram variabilidade genética entre os genótipos estudados, sugerindo um potencial promissor para a implementação de programas de melhoramento genético visando otimizar características desejáveis.

Os valores da herdabilidade (H<sup>2</sup>) foram de 78,48% (Prod), 99,20% (M1000g) e 96,96% (Pen), o que indica o forte controle genético sobre essas características nos genótipos de *Coffea canephora* estudados. Esses valores são superiores aos encontrados por Ramalho et al. (2016) e Silva et al. (2018), porém assemelham-se aos valores descritos por Ferrão et al. (2008).

Este coeficiente desempenha um papel crucial no melhoramento genético, pois indica a proporção da variação fenotípica total de uma característica que é atribuída à variação genética entre os indivíduos em uma população. No contexto do melhoramento de plantas, a herdabilidade, ou coeficiente de determinação genotípica, serve a dois propósitos principais. Primeiro, ele prevê a confiabilidade do valor fenotípico em refletir o valor genotípico, fornecendo uma medida da precisão do processo seletivo. Segundo, quantifica a proporção do ganho esperado do diferencial de seleção quando a seleção é aplicada à unidade de seleção definida (CRUZ e CARNEIRO, 2014).

As estimativas do coeficiente de variação genético (CVg), à exceção da produtividade (Prod) apresentaram valores superiores ao Cve. O CVg é uma relação entre o desvio padrão genético e a média experimental, interpretada em comparação com o coeficiente de variação experimental (ARAÚJO et al., 2021). Comerio et al. (2019), avaliando diferentes genótipos de cafés conilon e arábica, obtiveram resultado semelhante, e observaram que quanto maior o valor de CVg, maior a heterogeneidade dos genótipos e maior a possibilidade de seleção de materiais promissores entre os genótipos estudados.

Com os valores de Cve e CVg foi possível estimar a Razão CVg/Cve, que, com exceção da produtividade, todas as demais características apresentaram valores superiores a 1,0, o que indica que há predominância dos efeitos genéticos em relação ao ambiente para a expressão dessas características. Relações entre CVg e Cve próximas ou superiores a 1,0 como as observadas neste estudo e, também, por Santos et al. (2022), Araújo et al., (2021) e Rodrigues et al. (2017) indicam condição favorável à obtenção de ganhos com seleção de plantas, pois estão mais associadas à contribuição de componentes genéticos do que a variações ambientais

Com relação à Razão CVg/Cve apresentada para a característica produtividade, acredita-se que o valor encontrado, inferior a 1,0, esteja relacionado a bialidade apresentada pelo cafeeiro. Como foram estudadas três colheitas (três anos/safras) consecutivos essa flutuação observada na produtividade, comum aos cafeeiros (TORRES et al., 2021), pode ter influenciado na obtenção deste valor.

A análise de agrupamento, realizada pelo teste de Scott Knott, permitiu a formação de grupos de clones com desempenho semelhantes entre si e distintos dos

demais em todas as características avaliadas (Tabela 4). Para a produtividade, houve a formação de quatro grupos, sendo que mais de 35% dos genótipos enquadraram-se entre aqueles com maior produtividade, sendo eles os genótipos N15, AS1, N16, R22, VP156, LB80, GB4, L1, N8(G8), LB33 e AR106, que apresentaram produtividade variando entre 123 e 150 sacas por hectare com média de 134,2 sacas ha<sup>-1</sup>.

Destaca-se que os genótipos acima citados por sua elevada produtividade, já estão estabelecidos nas lavouras da região há várias safras, evidenciando resultados consistentes que reforçam sua recomendação para cultivo. Estes clones, destacados pelo seu alto desempenho produtivo, apresentam-se como candidatos ideais para servirem como progenitores em programas de melhoramento genético. Tal estratégia permitiria a introdução eficiente de características de interesse em novos genótipos visando o alto desempenho produtivo.

Para a massa de 1000 grãos e peneira média, os genótipos apresentaram comportamentos mais heterogêneos, havendo formação de 10 e 7 grupos com comportamentos distintos respectivamente. Para a característica massa de 1000 grãos destacaram-se o genótipo SK41, com 237,07 g enquanto que para a peneira média o destaque ficou por conta dos genótipos LB88 e N13, com peneira média de 18 para ambos.

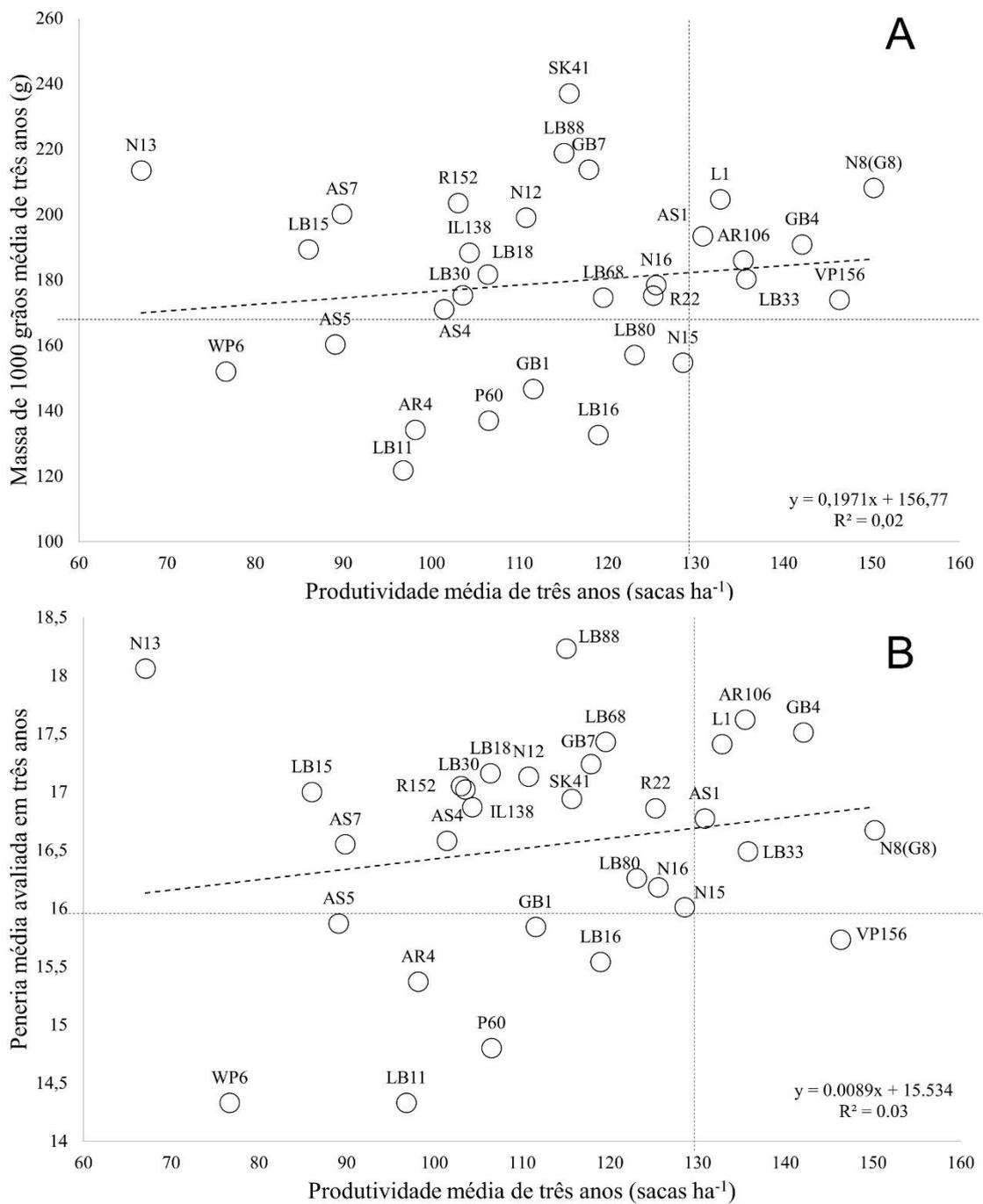
**Tabela 4 - Produtividade (sacas ha<sup>-1</sup>), massa de mil grãos (gramas) e peneira média dos 31 genótipos em domínio público avaliados ao longo de três safras (média de três safras) no município de São Felipe d'Oeste - RO de 2020 a 2023.**

n	Genótipos	Prod	M1000g	Pen	n	Genótipos	Prod	M1000g	Pen
1	N8(G8)	150,20 a	208,10 c	16,67 d	17	GB1	111,57 b	146,65 h	15,84 e
2	VP156	146,32 a	173,87 f	15,73 f	18	N12	110,75 b	199,02 c	17,13 c
3	GB4	142,07 a	190,87 d	17,51 b	19	P60	106,52 c	136,92 i	14,80 g
4	LB33	135,75 a	180,22 e	16,49 d	20	LB18	106,40 c	181,62 e	17,16 c
5	AR106	135,42 a	185,90 d	17,62 b	21	IL138	104,32 c	188,32 d	16,87 c
6	L1	132,80 a	204,67 c	17,41 b	22	LB30	103,55 c	175,27 f	17,02 c
7	AS1	130,82 a	193,35 d	16,77 d	23	R152	103,05 c	203,52 c	17,05 c
8	N15	128,55 a	154,67 g	16,01 e	24	AS4	101,45 c	170,97 f	16,58 d
9	N16	125,52 a	178,47 e	16,18 e	25	AR4	98,17 d	134,17 i	15,37 f
10	R22	125,20 a	175,20 f	16,86 c	26	LB11	96,82 d	121,77 j	14,33 g
11	LB80	123,07 a	157,00 g	16,26 e	27	AS7	89,85 d	200,17 c	16,55 d

12	LB68	119,52 b	174,62 f	17,43 b	28	AS5	89,10 d	160,3 g	15,87 e
13	LB16	118,95 b	132,62 i	15,54 f	29	LB15	86,05 d	189,30 d	17,00 c
14	GB7	117,87 b	213,70 b	17,24 c	30	WP6	76,67 d	152,00 h	14,33 g
15	SK41	115,65 b	237,07 a	16,94 c	31	N13	67,07 d	213,45 b	18,06 a
16	LB88	115,05 b	218,75 b	18,23 a					

Médias seguidas por letras semelhantes na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

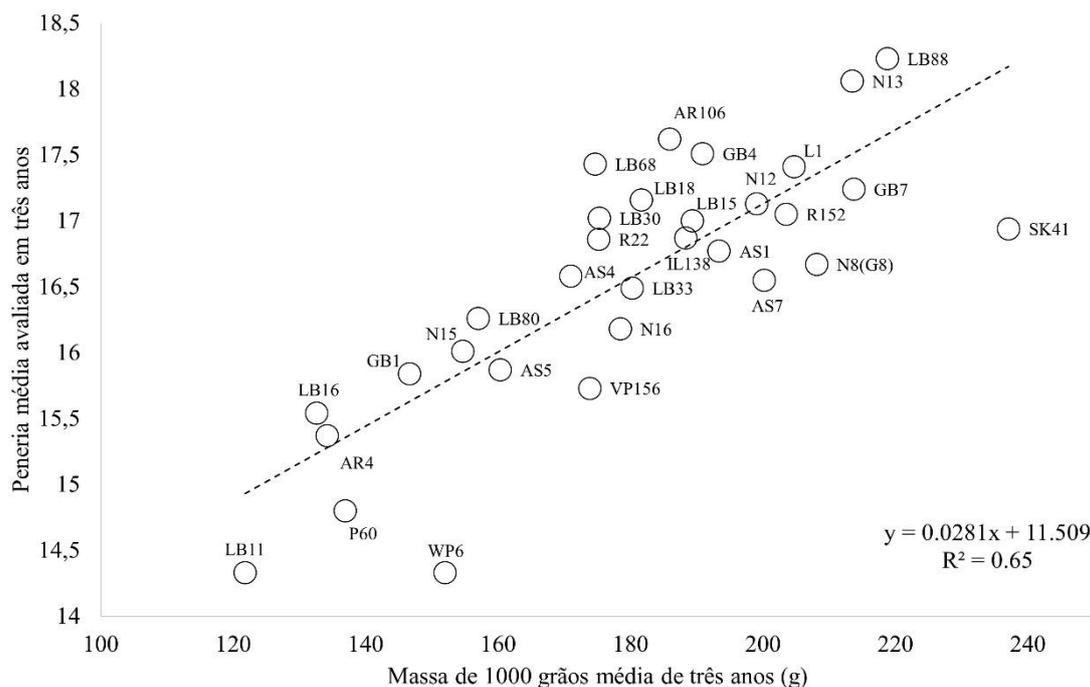
É importante destacar que tais características não são diretamente correlacionadas, ou seja, o genótipo com grãos maiores (maior peneira) e/ou com grãos com maiores massas (maior massa de 1000 grãos) pode não ser aquele que apresentará a maior produtividade. Isso porque, além da dimensão e da massa de grãos, a quantidade de frutos por planta também é um importante componente de produção, sendo determinante para a estimativa da produtividade. Tal pressuposto é confirmado pela análise de correlação entre produtividade x massa de 1000 grãos (Figura 2a), peneira média x produtividade (Figura 2b) e peneira média x massa de 1000 grãos (Figura 3).



**Figura 2 - Gráfico de dispersão da produtividade x massa de 1000 grãos (A) e peneira média x produtividade (B) de genótipos de *Coffea canephora*.**

Ao comparar os valores de produtividade x massa de 1000 grãos (Figura 2a) é possível observar grande dispersão dos dados ( $R^2= 0,02$ ), com formação de três grupos de genótipos com comportamento semelhantes. No quadrante superior esquerdo, o grupo, composto pelos genótipos N13, LB15, AS7, R152, IL138, AS4,

LB30, LB18, N12, SK41, LB88, GB7, LB68, N16 e R22 apresentaram maiores massas de mil grãos, porém produtividade média menor. No quadrante inferior esquerdo, o grupo formado pelos genótipos WP6, AS5, LB11, AR4, P60, GB1, LB16, LB80 e N15 caracteriza-se por apresentar genótipos com menores massas e menores produtividades. Por fim, o grupo de comportamento superior, no quadrante superior direito, com maiores massas de grãos e maiores produtividades, é composto pelos genótipos AS1, L1, AR106, LB33, GB1, VP156, GB4 e N8(G8).



**Figura 3 - Gráfico de dispersão da peneira média x massa de mil grãos de genótipos de Coffea canephora.**

De maneira semelhante, o comportamento dos genótipos para a comparação peneira média x produtividade média (Figura 2b) evidencia que há uma baixa correlação entre essas características ( $R^2= 0,02$ ), havendo grande dispersão dos valores. No quadrante superior esquerdo o grupo formado pelos genótipos N13, LB15, AS7, AS4, R152, LB30, LB18, IL138, N12, SK41, LB88, LB68, LB80, R22 e N16 apresenta grãos maiores, porém, produtividade menor. No quadrante inferior esquerdo, os genótipos WP6, AS5, AR4, LB11, P60, GB1 e LB16 compõem o grupo com grãos menores e produtividade menor. No quadrante inferior direito, o genótipo VP156, apesar da elevada produtividade, apresenta grãos menores. No quadrante

superior direito, estão agrupados os genótipos AS1, L1, AR106, LB33, GB4 e N8(G8) com maiores produtividades e também maiores dimensões dos grãos.

Comparando peneira média x massa de mil grãos (Figura 3) é possível observar menor dispersão dos dados e correlação linear entre as duas características ( $R^2= 0,65$ ), ou seja, genótipos com grãos maiores tendem a apresentar maior massa de grãos.

Uma vez que os genótipos estudados apresentaram grande variabilidade genética, é possível realizar a seleção de clones que sejam promissores para compor programas de melhoramento genético, trazendo ganhos de seleção. A seleção deve ser coerente com os objetivos desejados e o processo de seleção empregado, de modo que resulte em melhores ganhos simultâneos (FERREIRA et al., 2005). Ao comparar a utilização de diferentes índices de seleção (Tabela 5), é possível observar que, por ser utilizado diferentes metodologias, os ganhos estimados são diferentes entre si, mas, há coincidência nos genótipos selecionados.

**Tabela 5 - Estimativas de ganho com a seleção comparando os ganhos com a seleção direta para produtividade, massa de mil grãos e peneira média de 31 genótipos de cafeeiros C. canephora avaliados ao longo de três safras no município de São Felipe D'Oeste – RO, de 2020 a 2023.**

Critério de Seleção	Xs			GS%			
	Prod	M1000g	Pen	Prod	M1000g	Pen	
Seleção direta	140,42	190,6	16,91	18,74	6,36	2,13	
Smith Hazel	128,94	212,19	17,33	10,79	18,32	4,63	
Mulamba Mock	132,23	203,66	17,45	13,07	13,6	5,3	
Elston	131,86	207,56	17,4	12,81	15,75	5,01	
Genótipo x Ideótipo	132,23	203,66	17,45	13,07	13,6	5,3	
	Genótipos selecionados						Ganho Total
N8(G8)	GB4	L1	VP156	LB33	AR106	27,23	
N8(G8)	GB4	L1	LB88	GB7	SK41	33,74	
N8(G8)	GB4	L1	LB88	GB7	AR106	31,97	
N8(G8)	GB4	L1	LB88	SK41	AR106	33,57	
N8(G8)	GB4	L1	LB88	GB7	AR106	31,97	

Xs - média dos genótipos selecionados; GS% - percentual de ganho de seleção.

Para a seleção direta, ou seja, tomando por base para seleção somente o ranqueamento dos genótipos, o ganho de seleção para a característica produtividade foi de 18,74%, maior que todos os demais métodos. Porém, os ganhos para as demais características foram baixos, o que resultou em um ganho total de 27,23%, o mais baixo em comparação com os demais índices de seleção. Com a utilização desse método, os genótipos selecionados foram N8(G8), GB4, L1, VP156, LB33 e AR106.

Isso ocorre porque a seleção direta é baseada em obter ganhos máximos em um único caractere. Neste método, a seleção é praticada e, dependendo da relação desse caractere com os demais, podem ocorrer respostas positivas ou negativas nos caracteres de importância secundária. Cruz et al., (2004) destacam que a seleção baseada em uma única característica é inadequada, pois resulta em um produto final superior em relação àquela característica, mas pode levar a desempenhos não tão favoráveis para as demais características.

Para a massa de 1000 grãos, o critério de seleção que traz o maior ganho genético é o Índice Smith Hazel (acréscimo), com um ganho de 18,32% para essa característica e ganho total de 33,74%, selecionando os genótipos SK41, N8(G8), LB88, L1, GB7 e GB4. Esse índice foi o que possibilitou o maior ganho de seleção total, ou seja, quando todas as características estudadas foram consideradas.

Os índices Mulamba Mock (soma de ranks) e Genótipo Ideótipo foram os que possibilitaram o maior ganho com relação à peneira média dos grãos, 5,3%. Esses critérios apresentaram comportamento semelhante, trazendo os mesmos ganhos para todas as características consideradas e ganho total semelhante, de 31,97%. Por esses métodos, os genótipos selecionados foram: L1, GB4, LB88, N8(G8), AR106 e GB7.

De maneira semelhante, Jesus et al. (2023), avaliando índices de seleção para palma forrageira, observaram que os ganhos de seleção são diferentes para os índices de seleção avaliados, demonstrando a necessidade de se determinar o índice adequado para cada programa de seleção de acordo com os interesses do melhorista. Além disso, os índices de seleção, diferentemente da seleção direta, possibilitaram realizar a seleção simultânea de vários caracteres de importância econômica, aumentando a rapidez e a chance de sucesso no melhoramento genético (BIZARI et al., 2017; FALCONER & MACKAY, 1996; SOUSA et al., 2021; TASSONE et al., 2019).

Os diferentes métodos de seleção avaliados, de maneira geral selecionaram alguns genótipos em comum (Tabela 5). Quando consideradas todas as metodologias estudadas a taxa de coincidência dos genótipos selecionados foi de 50%, sendo os genótipos N8(G8), GB4 e L1 selecionados por todas as metodologias empregadas. Os genótipos LB88 e AR106 estiveram entre os selecionados, juntamente com os anteriores, quando foram considerados 4 métodos de seleção, ou seja, aproximadamente 67% de coincidência.

Diferentes índices de coincidência na seleção de genótipos podem ser encontrados quando se utilizam diferentes índices de seleção, em alguns casos chegando a 100% (DALBOSCO et al., 2019). No presente estudo a taxa de coincidência na seleção de genótipos variou entre 50 e 100% (Tabela 6). Nesse sentido, Pedrozo et al. (2009) afirmam que quanto maior a taxa de coincidência entre dois índices de seleção, maior será a concordância dos resultados de seleção entre eles.

**Tabela 6 – Índice de coincidência dos genótipos de *C. canephora* selecionados por diferentes índices de seleção.**

r	SD	SH	MM	ELPP	GI
Seleção direta (SD)	1	50%	67%	67%	67%
Smith Hazel (SH)		1	83%	83%	83%
Mulamba Mock (MM)			1	83%	100%
Elston (ELPP)				1	83%
Genótipo x Ideótipo (GI)					1

Os elevados índices de coincidência evidenciam o grande potencial dos genótipos estudados para a seleção, baseada em critérios produtivos independentemente do método de seleção empregado. Conseguir prever dados de ganho de seleção é uma contribuição de grande valia da genética quantitativa para o melhoramento. Através das informações obtidas se consegue auxiliar no momento do processo de seleção, tornando o mesmo mais efetivo (HAMAWAKI et al., 2012).

## 4. CONCLUSÕES

Existe variabilidade genética entre os genótipos estudados para as características avaliadas.

As estimativas da herdabilidade ( $H^2$ ), variando de 78,48% a 99,20%, sugere forte controle genético sobre as características estudadas nos genótipos de *Coffea canephora*.

Os genótipos N15, AS1, N16, R22, VP156, LB80, GB4, L1, N8(G8), LB33 e AR106 destacam-se pela maior produtividade, com média estimada de 134,2 sacas  $ha^{-1}$ .

O genótipo SK41 apresenta a maior massa de 1000 grãos (237,07 g) e os genótipos LB88 e N13 apresentam maiores peneiras médias, peneira 18.

Dentre os diferentes índices de seleção estudados, o Índice Smith Hazel, proporciona o maior ganho total de seleção.

Os genótipos N8(G8), GB4 e L1 se destacam quanto a produtividade, dimensões e massa de grãos pois foram selecionados pelos diferentes métodos de seleção estudados.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. *et al.* Koppen's climate classification map for Brazil.

Meteorologische Zeitschrift, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ARAÚJO, L. F. B. *et al.* Divergência genética com base em características vegetativas e anatômicas foliares de clones de *Coffea canephora*. Semina: Ciências Agrárias, n. 42, v.5, p. 2717–2734, 2021.

ATROCH, A. L. *et al.* Avaliação e seleção de progênies de meios-irmãos de guaranazeiro. Revista de Ciências Agrárias, v. 53, p. 123-130, 2010.

BARBOSA, M. H. P.; PINTO, C. A. B. P. Eficiência de índices de seleção na identificação de clones superiores de batata. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 33, n. 2, p. 149-156, 1998.

BÁRTHOLO, G.F.; GUIMARÃES, P.T.G. Cuidados na colheita e preparo do café. Informe Agropecuário, v.18, p.33-42, 1997.

- BIZARI, E. H. *et al.* Selection indices for agronomic traits in segregating populations of soybean. *Revista Ciência Agronômica*, v. 48, n. 1, p. 110-117, 2017.
- CARVALHO, I. R. *et al.* Biometric models and maize genetic breeding: a review. *Australian Journal of Crop Science*, v.12, n. 11, p.1796-1805, 2018.
- CHESEREK, J. J. *et al.* Genetic variability and correlation of biochemical and sensory characteristics of coffee. *Journal of Agricultural Sciences*, v. 14, n. 2, p. 95-103, 2022.
- COMERIO, M. *et al.* Análise comparativa de cafés conilon e arábica em sistema agroflorestal e em monocultivo. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 10., 2019, Vitória. Anais... Brasília, DF: Embrapa Café, 2019, 4p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de café. Brasília, DF, v.11, n. 1 primeiro levantamento, janeiro 2024.
- CRUZ, C. D. Programa Genes – Biometria. 1ed. Viçosa: UFV, 2006, v. 1, 668p.
- \_\_\_\_\_, REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 2004. 480p.
- \_\_\_\_\_; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 2014. v. 2, 668p.
- \_\_\_\_\_. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.35, p.271-276, 2013.
- DALBOSCO, E. Z. Progresso genético a partir de índices de seleção aplicado no melhoramento intrapopulacional do maracujazeiro azedo. 2015. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, 2015.
- \_\_\_\_\_ *et al.* Restricted selection indexes used in sour passion fruit intrapopulational recurrent selection. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 62, p.1-7, 2019.
- DUBBERSTEIN, D. *et al.* Diversity of leaf stomatal traits among *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner genotypes. *Agronomy*, v. 11, n. 6, p. 1126, 2021.

- ELSTON, R. C. A weight-free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. *Biometrics*, Alexandria, v. 19, n. 1, p. 85-97, 1963.
- ESPINDULA, M. C. *et al.* Robustas Amazônicas: os cafeeiros cultivados em Rondônia. Brasília, DF: Embrapa, 2022. 144 p.
- FALCONER, D. S. Introdução à genética quantitativa. Tradução José Carlos Silva e Martinho de Almeida e Silva. Viçosa, MG: UFV, 1981. 279 p.
- \_\_\_\_\_; MACKAY, T. F. C. *Introduction to Quantitative Genetics*. Longman Pearson. 4 edition. 1996, 480p.
- FERRÃO, R. G. *et al.* Parâmetros genéticos em café Conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 1, p. 61-69, 2008.
- \_\_\_\_\_. *et al.* *Coffea canephora* Breeding. In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; De MUNER, L.H. *Conilon Coffee*. 3. ed. Vitória: Incaper, 2019b. p. 145-201.
- \_\_\_\_\_. *et al.* *Conilon Coffee*. 3. ed. Vitória: Incaper, 2019a. 973p.
- FERREIRA, A. *et al.* Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 12, p.1189–1195, 2005.
- GRANATE, M. J.; CRUZ, C. D.; PACHECO, C. A. P. Predição de ganho genético com diferentes índices de seleção no milho pipoca CMS-43. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 7, p. 1001-1008, 2002.
- HAMAWAKI, O.T. *et al.* Genetic parameters and variability in soybean genotypes. *Comunicata Scientiae*, v. 3, p. 76-83, 2012.
- HAZEL, L. N. The genetics basics for constructing selections indexes. *Genetics*, v. 28, p. 476-490, 1943.
- JESUS, M. S., PASSOS, A. R.; DINIZ, R. P. Selection indexes and principal components for agronomic and bromatological traits in forage cactus. *Revista Caatinga*, v. 36, n. 1, p. 189–198, 2023.

- LAVIOLA, B. G. *et al.* Influência da adubação na formação de grãos mocas e no tamanho de grãos de café (*Coffea arabica* L.). *Coffee Science*, v. 1, n. 1, p. 36-42, 2006.
- LESSA, L. S. *et al.* Seleção de híbridos diplóides (AA) de bananeira com base em três índices não paramétricos. *Bragantia*, v. 69, p. 525-534, 2010.
- LOPES JÚNIOR, H. *et al.* Propriedades de engenharia de grãos dos genótipos de *Coffea canephora* mais cultivados na Amazônia Ocidental. *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, v.17, n.51, p. 01-18, 2024.
- MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Eds.). *Café na Amazônia*. Brasília: Embrapa, 1. ed., 2015, 474p.
- MATIELLO, J. B. *et al.* *Cultura do café no Brasil – novo manual de recomendações*. Fundação PROCAFÉ, MAPA, SARC/PROCAFÉ – SPAE/DECAF. 2005, 438p.
- MORAES, B. F. X. *et al.* Índices de seleção para identificação de progênies superiores de café arábica. In: *Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, 8., 2013, Salvador. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café, 2013, 3p.
- MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egypt Journal of Genetic and Cytology*, v. 7, p. 40-51, 1978.
- PEDROZO, C. *et al.* Eficiência de índices de seleção utilizando a metodologia REML/BLUP no melhoramento da Cana-De-Açúcar. *Scientia Agraria*, v. 10, n. 1, p. 31-36, 2009.
- RAMALHO, A. R. *et al.* Progresso genético da produtividade de café beneficiado com a seleção de clones de cafeeiro ‘Conilon’. *Revista Ciência Agronômica*, v. 47, n. 3, p. 516-523, 2016.
- RESENDE, M. D. V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.16, n. 4, p. 330-339, 2016.
- \_\_\_\_\_. *Genética Quantitativa e de Populações*. Viçosa-MG: Suprema, 2015, 463p.
- REZENDE, J. C. *et al.* Genetic progress in coffee progênies by diferente selection criteria. *Coffee Science*, v. 9, n. 3, p. 347-353, 2014.

- ROCHA, R. B. *et al.* Melhoramento de *Coffea canephora* – considerações e metodologias. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Eds.). *Café na Amazônia*. Brasília: Embrapa, 1. ed., p. 99-126, 2015.
- RODRIGUES, W. N. *et al.* Genetic variability and expression of agromorphological traits among genotypes of *Coffea arabica* being promoted by supplementary irrigation. *Genetics and Molecular Research*, v.16, n.2, gmr16029563, 2017.
- SANTOS, C. S. *et al.* Assessment of leaf anatomic and physiological characteristics and genetic divergence among *Coffea arabica* L. cultivars in the Brazilian Savanna. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 52, e73265, 2022
- SILVA, D. O. *et al.* Genetic progress with selection of *Coffea canephora* clones of superior processed coffee yield. *Ciência Rural*, v.48: 03, e20170443, 2018.
- SILVA, L. O. E. *et al.* Morpho-agronomic and leaf anatomical traits in *Coffea canephora* genotypes. *Ciência Rural*, v. 53, n. 7, e20220005, 2023.
- SILVA, V. A. *et al.* Adaptability, stability, and genetic divergence of conilon coffee in Alto Suaçuí, Minas Gerais, Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, n.17, p.25-31, 2017.
- SMITH, H.F. A discriminant function for plant selection. *Annual of Human Genetics*, v. 7, p. 240-250, 1936.
- SOUSA, L. A. *et al.* Genetic parameters and selection of biofortified lettuce genotypes based on selection indices. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.25, n.11, p.772-778, 2021.
- STARLING, L. C. T. *et al.* Genetic diversity in nutritional parameters in response to drought of *Coffea canephora* cultivated in Rondonia state, Brazil. *Genetics and Molecular Research* n.18, v.2, gmr18300, 2016.
- TASSONE, G. A. T. *et al.* Simultaneous selection in coffee progenies of Mundo novo by selection indices. *Coffee Science*, v.14, p.83-92, 2019.
- TEIXEIRA, C. A. D. Apresentação. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Eds.). *Café na Amazônia*. Brasília: Embrapa, 1. ed., p. 13-14, 2015.

TORRES, J. D. *et al.* Grain Yield of coffee plants fertilized with different doses of 20-00-20 NPK formulation under rainfed conditions. *Revista Caatinga*, v.34, p.486-493, 2021.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: *Revista Brasileira de Genética*, 1992. 486p.