

Notificações



[Revista Caatinga] Decisão editorial

02-06-2025 16:40

Alana Mara Kolln, Marcelo Curitiba Espindula, Rodrigo Barros Rocha, Larissa Larissa Fatarelli Bento de Araújo, Alexsandro Lara Teixeira, Hilton Lopes Junior,

Foi tomada uma decisão sobre o artigo submetido à revista Revista Caatinga, "VIGOR VEGETATIVO INICIAL DE GENÓTIPOS DE CAFEIRO CANÉFORA CULTIVADOS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL".

A decisão é: manuscrito aceito para publicação na Revista Caatinga (RC).

At.te,

Editor de Seção/RC

[\[Revista Caatinga\] Decisão editorial](#)

05-03-2025 12:32

[\[Revista Caatinga\] Decisão editorial](#)

22-05-2025 22:48

[\[Revista Caatinga\] Decisão editorial](#)

02-06-2025 16:40

Anexos da avaliação

[Q Buscar](#)

 86786 12955-Artigo de submissão (Enviar no word)-74749-82501-2-20240926_20-11-24(1).docx 20 November 2024

 89551 12955-Artigo de submissão (Enviar no word)-74749-82501-2-20240926.docx 4 March 2025

Revisões

[Q Buscar](#)[Enviar arquivo](#)

Notificações



[Revista Caatinga] Decisão editorial

02-06-2025 16:40

Alana Mara Kolln, Marcelo Curitiba Espindula, Rodrigo Barros Rocha, Larissa Larissa Fatarelli Bento de Araújo, Alexsandro Lara Teixeira , Hilton Lopes Junior,

Foi tomada uma decisão sobre o artigo submetido à revista Revista Caatinga, "VIGOR VEGETATIVO INICIAL DE GENÓTIPOS DE CAFEEIRO CANÉFORA CULTIVADOS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL ".

A decisão é: manuscrito aceito para publicação na Revista Caatinga (RC).

At.te,

Editor de Seção/RC

VIGOR VEGETATIVO INICIAL DE GENÓTIPOS DE CAFEIEIRO CANÉFORA CULTIVADOS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

RESUMO - O conhecimento do vigor vegetativo de genótipos clonais em condições de viveiro é relevante para a produção de mudas e multiplicação de novas cultivares. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o vigor vegetativo inicial de genótipos de *Coffea canephora* cultivados na Amazônia Ocidental. Para isso foram avaliados 21 genótipos provenientes do Banco de Germoplasma da Embrapa, quatro cultivares registradas e três clones comercializados em domínio público, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições com seis plantas por parcela. As características vegetativas avaliadas aos 128 dias após o plantio das estacas foram: comprimento da brotação (CB), diâmetro da brotação (DB), número de raízes (NR), volume de raízes (VR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), massa seca total (MST), área foliar (AF), relação MSR/MSPA e índice de qualidade de Dickson. O desempenho dos genótipos e a precisão dos experimentos foram interpretados considerando estimativas de parâmetros genéticos e a divergência entre os genótipos. Todos os genótipos comerciais, com exceção dos GJ25 e AS2, apresentam vigor vegetativo superior na fase de produção de mudas. O genótipo BAG15 se destacou inicialmente como o mais vigoroso. Os genótipos BAG30, BAG31, BAG21, BAG29, BAG19, BAG26, BAG24, BAG28, BAG39, BAG41, BAG33, BAG38, BAG43, BAG23, BGA34 e BAG32 se apresentaram como promissores por possuírem alta relação MSR/MSPA e, ou por estarem próximos ao ideotipo III, que apresentou maior quantidade de raiz, o que pode influenciar positivamente na sobrevivência das plantas após o transplante em campo.

Palavras-chave: Conilon. Robusta. Mudas de café. Crescimento vegetativo. Divergência genética.

INITIAL VEGETATIVE VIGOR OF CANEPHORA COFFEE GENOTYPES GROWN IN THE WESTERN AMAZON

ABSTRACT - Knowledge of the vegetative vigor of clonal genotypes under nursery conditions is relevant for seedling production and multiplication of new cultivars. In this sense, the objective was to evaluate the initial vegetative vigor of *Coffea canephora* genotypes cultivated in Western Amazonia. For this purpose, 21 genotypes from the Embrapa Germplasm Bank, four registered cultivars and three clones commercialized in the public domain were evaluated in a completely randomized design, with four replicates with six

plants per plot. The vegetative characteristics evaluated at 128 days after planting the cuttings were: shoot length (CB), shoot diameter (DB), number of roots (NR), root volume (VR), shoot dry mass (MSPA), root dry mass (MSR), total dry mass (MST), leaf area (AF), MSR/MSPA ratio and Dickson quality index. The performance of the genotypes and the precision of the experiments were interpreted considering estimates of genetic parameters and the divergence between genotypes. All commercial genotypes, except GJ25 and AS2, showed superior vegetative vigor in the seedling production phase. Genotype BAG15 initially stood out as the most vigorous. Genotypes BAG30, BAG31, BAG21, BAG29, BAG19, BAG26, BAG24, BAG28, BAG39, BAG41, BAG33, BAG38, BAG43, BAG23, BGA34 and BAG32 showed promise due to their high MSR/MSPA ratio and/or because they were close to ideotype III, which showed a greater amount of roots, which may positively influence plant survival after transplanting in the field.

Keywords: Conilon. Robusta. Coffee seedlings. Vegetative growth. Genetic divergence.

INTRODUÇÃO

Na Amazônia brasileira, o *Coffea canephora* é a espécie mais cultivada por se adaptar melhor as condições de clima tropical (PARTELLI et al., 2022). Essa espécie é diplóide, autoestéril e alógama, possui autoincompatibilidade gametofítica, resultando em aumento da diversidade genética (SCHMIDT et al., 2023). Neste contexto, as lavouras de *C. canephora* podem ser formadas por mudas propagadas sexuadamente por meio de sementes, ou assexuadamente por meio da propagação vegetativa. Esta última, permite a manutenção do valor genotípico das plantas matrizes, trazendo para o cafezal as características favoráveis dos clones selecionados, como maior produtividade e maior resistência a pragas e doenças (ESPINDULA et al., 2022).

Na propagação vegetativa o processo de clonagem das características genéticas da planta matriz são herdadas pelos seus descendentes (PENCE et al., 2024). Assim, as lavouras clonais de cafeeiros podem apresentar maior uniformidade de crescimento vegetativo e frutificação, resultando em incremento na produção e qualidade dos grãos produzidos (FERRÃO et al., 2022; SOUZA et al., 2024).

No processo de clonagem, o manejo é fundamental para a obtenção de mudas de qualidade. Os cuidados vão desde a seleção de estacas clonais com maior qualidade sanitária e fisiológica (KOLLN et al., 2022), passando pela escolha dos recipientes (VERDIN FILHO et al., 2021) e dos substratos (BALBINO et al., 2024), e pelo manejo das condições do ambiente. Se todos esses fatores forem adequados para o crescimento das mudas em viveiro, a

variação na sobrevivência dos propágulos (NASCIMENTO et al., 2023), bem como na produção e distribuição de biomassa (MALAU; SIANTURI; SIHOTANG, 2023) podem estar relacionadas às características genéticas da planta matriz.

A qualidade das mudas também tem reflexo no desenvolvimento das plantas no campo e no sucesso da cultura (MALAU; SIANTURI; SIHOTANG, 2023). Neste contexto, uma muda que possui menor vigor vegetativo no viveiro pode também resultar com menor vigor em condições de campo, comprometendo o desenvolvimento inicial da lavoura e, consequentemente, a máxima eficiência produtiva nas primeiras safras.

O Programa de Melhoramento de Café da Embrapa Rondônia tem priorizado o desenvolvimento de cultivares clonais desde 1978 (ROCHA et al., 2015). Durante as primeiras duas décadas do milênio foram lançados dois conjuntos de clones: a cultivar multiclonal Conilon – BRS Ouro Preto, em 2012 (RAMALHO et al., 2014) e um conjunto de dez cultivares monoclonais lançadas em 2019, e denominadas de Robustas Amazônicas (TEIXEIRA et al., 2020). Dando continuidade a pesquisa, a Embrapa mantém ensaio de competição clonal composto por 21 genótipos superiores selecionados em Banco Ativo de Germoplasma. Esses genótipos estão sendo avaliados em comparação com as cultivares registradas e os clones comercializados em domínio público por meio de características relacionadas ao desempenho agrônomo em campo, tais como potencial produtivo, rendimento no beneficiamento, tolerância a pragas e doenças, além de características inerentes aos grãos, especialmente a qualidade sensorial.

Considerando que a fase de produção de mudas, é um dos critérios utilizados pelos viveiristas para adoção e consequente multiplicação de novas cultivares, objetivou-se avaliar o vigor vegetativo inicial dos genótipos de *C. canephora* que compõem o ensaio de competição destinado ao desenvolvimento de novas cultivares clonais.

MATERIAL E MÉTODOS

O vigor vegetativo inicial dos clones de *C. canephora* foi avaliado por meio do crescimento das mudas em condições de viveiro. O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa, Ouro Preto do Oeste – RO (longitude 10°43'55" S e latitude 62°15'19" W, e altitude de 300 m). O clima predominante na região é o monção tropical - Am (Köppen) (ALVARES et al., 2013), com temperatura média anual de 25 °C e precipitação média de 2.000 mm ano⁻¹.

As mudas foram produzidas a partir de estacas retiradas do jardim clonal formado pelos genótipos clonais em estudo do Ensaio Clonal Restrito (ECR) do Programa de

103 Melhoria Genética da Embrapa - RO. O ECR e jardim clonal foram instalados com
104 clones híbridos oriundos do Banco Ativo de Germoplasma – BAG de *C. canephora* da
105 Embrapa Rondônia e com cultivares registradas e clones comercializados em domínio
106 público, implantadas em fevereiro de 2019.

107 O experimento para avaliação do desempenho de mudas foi composto por 21 acessos
108 do BAG, quatro cultivares registradas e três clones sem origem genética definida,
109 comercializados em domínio público. O delineamento foi inteiramente casualizado com 28
110 tratamentos e quatro repetições, sendo cada parcela experimental composta por seis
111 estacas/mudas.

112

113 **Tabela 1.** Identificação de 28 genótipos de *Coffea canephora* com sua genealogia e origem.

114 Ouro Preto do Oeste, RO, 2023.

n	Genótipo	Genealogia	Origem	n	Genótipo	Genealogia	Origem
1	BAG15	Encapa03xRobusta2258	Embrapa	15	BAG34	Polinização aberta	Embrapa
2	BAG19	Encapa03xRobusta1675	Embrapa	16	BAG35	Polinização aberta	Embrapa
3	BAG21	Robusta1675xCpafo194	Embrapa	17	BAG38	Polinização aberta	Embrapa
4	BAG22	Encapa03xRobusta2258	Embrapa	18	BAG39	Polinização aberta	Embrapa
5	BAG23	Polinização aberta	Embrapa	19	BAG40	Polinização aberta	Embrapa
6	BAG24	Encapa03xRobusta1675	Embrapa	20	BAG41	Polinização aberta	Embrapa
7	BAG26	Encapa03xRobusta2258	Embrapa	21	BAG43	Polinização aberta	Embrapa
8	BAG27	Encapa03xRobusta2258	Embrapa	22	BRS1216	Cultivar registrada ¹	Embrapa
9	BAG28	Polinização aberta	Embrapa	23	BRS2336	Cultivar registrada ²	Embrapa
10	BAG29	Polinização aberta	Embrapa	24	BRS3210	Cultivar registrada ³	Embrapa
11	BAG30	Polinização aberta	Embrapa	25	BRS3220	Cultivar registrada ⁴	Embrapa
12	BAG31	Polinização aberta	Embrapa	26	AS2	Domínio público	Ademar Schmidt
13	BAG32	Polinização aberta	Embrapa	27	GJ25	Domínio público	Geraldo Jacomin
14	BAG33	Polinização aberta	Embrapa	28	GJ8	Domínio público	Geraldo Jacomin

115 O prefixo BAG identifica os clones que fazem parte de Banco Ativo de Germoplasma. Os clones com prefixo
116 BRS são cultivares desenvolvidas pela Embrapa: ¹Register number: 39561, ²Register number: 39562,
117 ³Register number: 39559 e ⁴Register number: 39555.

118

119 As estacas clonais foram retiradas de hastes ortotrópica secundária (broto) das plantas
120 matrizes e encaminhadas, imediatamente após o corte, ao viveiro de produção de mudas da
121 Embrapa em Ouro Preto do Oeste, RO, com tela de sombreamento de 50%. Para cada
122 tratamento, selecionou-se 24 estacas semilenhosas com comprimento de 6 cm da base até a
123 inserção das folhas. Cada estaca continha um par de folhas que foram cortadas, mantendo-se
124 2/3 de sua área. Também foi padronizado o diâmetro da estaca em 7 mm. O período de
125 crescimento, do plantio das estacas até a avaliação das mudas, foi de 128 dias,
126 correspondendo ao período de outubro de 2022 a fevereiro de 2023.

As estacas foram acondicionadas em tubo retornável de polietileno (tubete) com capacidade de 280 cm³, plantadas com profundidade de 2 a 3 cm. Antes de receber as estacas, os tubetes foram preenchidos com substrato comercial Vida Verde Tropstrato HT[®] composto por casca de pinus e vermiculita expandida, superfosfato simples e nitrato de potássio. Ao substrato foi adicionado 5000 g m⁻³ do fertilizante Basacot[®] Plus 6M (16 % de N, 8 % de P, 12 % de K, 2 % de Mg, 5 % de S, 0,4 % Fe, 0,02 % de B, 0,02 % de Zn, 0,05 % de Cu, 0,06 % de Mn e 0,015 % de Mo).

Na sequência, os tubetes com as estacas foram colocados em bandejas sobre bancadas suspensas no interior do viveiro, onde receberam irrigação constante por meio de um sistema de irrigação do tipo nebulização associado ao temporizador destinado à programação do fornecimento de água. O sistema foi programado para acionar a irrigação durante 10 segundos, a cada 5 minutos, nos primeiros 30 dias; 12 segundos, a cada 6 minutos, de 30 a 60 dias; 30 segundos, a cada 10 minutos, de 60 a 80 dias; um minuto, a cada 30 minutos, a partir dos 80 dias.

Aos 128 dias após o plantio das estacas, tempo médio para a formação de mudas clonais de *C. canephora* no estado de Rondônia (ESPINDULA et al., 2015), avaliou-se as mudas quanto às seguintes características vegetativas: a) comprimento da brotação (CB) por meio da medição direta do ponto de inserção da brotação na estaca até o meristema apical; b) diâmetro da brotação (DB), determinado na base do ramo, em 3 cm acima do ponto de inserção da brotação na estaca; c) número de raízes (NR), por contagem direta; d) volume de raízes (VR), determinado em proveta graduada, por diferença de volume deslocado; e) massa seca da parte aérea (MSPA), determinada com a estaca e a brotação em balança analítica, após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingir massa constante; f) massa seca das raízes (MSR), determinadas em balança analítica, após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingir massa constante; g) massa seca total (MST) pela soma MSPA e MSR, h) área foliar (AF), determinada por meio de software DDA – Determinador Digital de Área (FERREIRA et al., 2008); i) relação MSR/MSPA e j) índice de qualidade de Dickson (IQD), obtido pela fórmula;
$$IQD = \frac{MST}{[(CB/DB) + (MSPA/MSR)]}$$
 (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960).

Análise estatística

As estimativas do teste F da análise de variância, do coeficiente de variação ambiental (CVe), do coeficiente genético de variação (CVg) e do coeficiente de determinação genotípico

(H²) foram interpretadas. As médias foram agrupadas utilizando o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Para avaliar o grau de associação entre os componentes foi obtido as estimativas de correlação simples e parcial entre as características avaliadas. As estimativas de correlações simples foram calculadas utilizando a seguinte expressão (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004):

$$r_{xy} = \frac{COV_{(x,y)}}{\sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2}}$$

$COV_{(x,y)}$: covariâncias entre as características x e y; σ_x^2 : variância fenotípica da característica x, σ_y^2 : variância fenotípica da característica y. As estimativas dos coeficientes de correlação parcial foram calculadas conforme a expressão (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004):

$$r_{xy.z} = \frac{r_{xy} - r_{xz}r_{yz}}{(1 - r_{xz}^2)(1 - r_{yz}^2)}$$

$r_{xy.z}$: correlação parcial entre as características x e y retirando o efeito de z, r_{xy} : correlação simples entre x e y, r_{xz} : correlação simples entre x e z, r_{yz} : correlação simples entre y e z.

A divergência entre os genótipos foi estimada utilizando a distância generalizada de Mahalanobis (CRUZ; REGAZZI, 1997) e o algoritmo de Tocher para o agrupamento com máxima variabilidade e mínima variação dentro de grupos. A técnica de componentes principais foi empregada para diminuir a dimensionalidade dos dados e representar os genótipos em dispersão no plano, relacionando-os os pontos referenciais que representam os valores máximos e mínimos das características avaliadas (ROCHA et al., 2005).

O progresso genético foi estimado considerando os ganhos diretos com a seleção, resposta correlacionada e índices de seleção. A resposta correlacionada mede as alterações em outras características causadas pela seleção de determinada característica principal, estimada conforme a expressão (RESENDE, 2016):

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

$R(y/x)$: 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 características x e y, h_x : herdabilidade da característica x, h_y : herdabilidade da característica y, σ_y : desvio padrão fenotípico da característica y. Por sua vez, os valores genotípicos foram utilizados para quantificar o progresso genético, considerando o índice baseado na soma dos ranks

(MULAMBA; MOCK, 1978) e o índice de Smith & Hazel (SMITH, 1936). As análises foram feitas utilizando o software GENES (CRUZ, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste F da análise de variância para o efeito de genótipos foi significativo para todas as características avaliadas, indicando a existência de variabilidade de natureza genética entre os genótipos avaliados (Tabela 2). Essa estimativa apresentou amplitude de 7,81 para a relação entre a matéria seca de raiz e de parte aérea, e até 53,76 para a matéria seca total, indicando para esta característica que a variância de tratamentos é aproximadamente 54 vezes maior do que a do erro experimental.

Tabela 2. Resumo da análise de variância e dos parâmetros genéticos das características vegetativas de mudas clonais de 28 genótipos *Coffea canephora* (21 acessos do BAG, 4 cultivares e 3 clones comercializados em domínio público) na Amazônia Ocidental, Brasil.

FV	IQD	MSR/MSPA	CB	DB	AF
F	10.18**	7.81**	26.56**	8.43**	35.94**
Média	0.42	0.35	6.55	2.64	164.71
Mínimo	0.30	0.23	1.17	0.85	55.02
Máximo	0.75	0.50	19.37	4.22	535.76
CVe	10.81	8.67	18.16	9.79	17.12
CVg	16.39	11.32	45.91	13.35	50.61
CVg/CVe	1.52	1.31	2.53	1.36	2.96
H ²	90.18	87.21	96.23	88.13	97.21
FV	NR	VR	MSPA	MSR	MST
F	22.65**	15.64**	52.53**	26.11**	53.76**
Média	5.04	2.21	1.67	0.57	2.25
Mínimo	2.40	0.78	0.86	0.34	1.28
Máximo	8.00	5.53	4.38	1.10	5.48
CVe	10.24	19.76	9.44	9.36	8.52
CVg	23.83	37.58	33.90	23.46	30.95
CVg/CVe	2.33	1.90	3.59	2.51	3.63
H ²	95.58	93.53	98.09	96.17	98.14

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; F.V.: fonte de variação; G.L.: graus de liberdade; IQD: Índice de qualidade de Dickson; MSPR/MSPA: Relação MSPR/MSPA; CB: comprimento da brotação; DB: diâmetro da brotação; AF: área foliar; NR: número de raízes; VR: volume de raízes; MSPA massa seca da parte aérea, MSR: massa seca das raízes; MST: massa seca total; CVe: coeficiente de variação experimental, CVg: coeficiente de variação genético, H²: coeficiente de determinação genotípico.

A variabilidade genética entre os genótipos de *C. canephora* é de interesse para os programas de melhoramento, visando o desenvolvimento de novas variedades (FERRÃO et al., 2021), e essa diversidade já se expressa na fase de mudas. Isso porque, o maior vigor inicial nessa fase pode representar ganhos econômicos para o viveirista que multiplicará as novas cultivares desenvolvidas pela pesquisa. Além disso, o vigor vegetativo inicial das mudas pode também refletir em maior ganho no crescimento inicial em condições de campo, reduzindo a mortalidade e resultando em altas produtividades nas primeiras safras.

O IQD apresentou média de 0,42, com amplitude de 0,30 a 0,75, a relação MSR/MSPA com média de 0,35, variando de 0,23 a 0,50 e a MST com valores médios de 2,25, que vão de 1,28 g a 5,48 g.

As estimativas do coeficiente de variação experimental (CVe) apresentaram amplitude de 8,52 a 19,76%. Essas estimativas foram inferiores as estimativas de coeficiente de variação genético (CVg), que teve amplitude de 11,32 a 50,61, indicando que, de maneira geral, o efeito genético se sobrepôs ao efeito ambiental (Tabela 2). O volume de raiz, o comprimento da brotação e a área foliar apresentaram as maiores estimativas de CVg, com 37,58; 45,91; 50,61%, respectivamente.

O coeficiente de variação genético (CVg) é uma relação entre o desvio padrão genético e a média experimental que quantifica a variabilidade genética de cada característica. Interpretada em comparação com o coeficiente de variação experimental, relações próximas ou superiores a unidade, indicam condição favorável para a obtenção de ganhos com a seleção de plantas (NASCIMENTO et al., 2014). Essa condição foi verificada para todas as características vegetativas avaliadas (Tabela 2), especialmente para área foliar (2,96), massa seca da parte aérea (3,59) e massa seca total (3,63).

As estimativas do coeficiente de determinação genotípico (H^2), que avaliam a razão entre a variância genotípica e a variância fenotípica para efeitos fixos, podem ser consideradas elevados para todas características (NASCIMENTO et al., 2014), acima de 85% (Tabela 2). Tais estimativas indicam menor influência ambiental sobre características e maior contribuição genética na expressão das variáveis de crescimento em casa de vegetação (FERREIRA et al., 2016).

Em geral, o crescimento de mudas de *C. canephora* em viveiro é mensurado por meio da determinação do comprimento e diâmetro da brotação, e pelas massas secas de raízes, parte aérea e total (VERDIN FILHO et al., 2021), bem como a área foliar e volume de raízes. De posse dessas informações, calcula-se as medidas secundárias, especialmente o Índice de Qualidade de Dickson e a relação raiz/parte aérea, que avaliam o equilíbrio e a distribuição de

massa seca entre partes das plantas (KOLLN et al., 2022). No presente estudo, além das características citadas foram também avaliadas correlações simples e parciais, e foi realizada análise de componentes principais para determinação dos genótipos que apresentam maior vigor inicial na fase de viveiro.

O teste de agrupamento de médias (Scott Knott) evidenciou as diferenças entre os genótipos para as características vegetativas analisadas (Tabelas 3 e 4). A partir dessas diferenças fenotípicas foi possível agrupar os genótipos em grupos homogêneos de acordo com seu desempenho para cada característica avaliada.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) variou de 0,32 a 0,61 (Tabela 3). Esta variação para IQD permitiu a formação de quatro grupos distintos com a seguinte ordem decrescente para qualidade de mudas: os genótipos BAG15 E GJ8 tiveram maiores valores, seguidos do BRS2336, BRS3210, BAG30, posteriormente BRS1216, BAG31, BRS3220, BAG21, BAG29, BAG19, BAG26, BAG22, BAG24, BAG28, BAG39, BAG41 e finalizando com o BAG33, BAG38, AS2, GJ25, BAG27, BAG43, BAG23, BAG34, BAG35, BAG32, que resultaram em menores valores.

Tabela 3. Relações e massas de mudas clonais de 28 genótipos de cafeeiros (*Coffea canephora*) aos 128 dias após o plantio das estacas na Amazônia Ocidental, Brasil.

GEN	IQD	MSR/MSPA	MSPA	MSR	MST
BAG15	0.61a	0.25d	3.55a	0.89a	4.44a
GJ8	0.57a	0.36b	2.36c	0.86a	3.22c
BRS2336	0.54b	0.30c	2.68b	0.79b	3.46b
BRS3210	0.52b	0.35b	2.14d	0.74b	2.88d
BAG30	0.52b	0.38b	1.37f	0.51d	1.88f
BRS1216	0.47c	0.32c	2.33c	0.73b	3.07c
BAG31	0.47c	0.35b	1.37f	0.47d	1.84f
BRS3220	0.46c	0.31c	2.39c	0.74b	3.13c
BAG21	0.45c	0.41a	1.08g	0.44d	1.53g
BAG29	0.44c	0.36b	1.33f	0.48d	1.81f
BAG19	0.43c	0.37b	1.68e	0.63c	2.31e
BAG26	0.43c	0.35b	1.75e	0.61c	2.36e
BAG22	0.42c	0.31c	1.68e	0.51d	2.19e
BAG24	0.42c	0.39a	1.51e	0.59c	2.11e
BAG28	0.42c	0.36b	1.31f	0.47d	1.78f
BAG39	0.42c	0.43a	1.24g	0.53c	1.77f
BAG41	0.42c	0.37b	1.19g	0.44d	1.63g
BAG40	0.41c	0.33c	1.41f	0.46d	1.87f
BAG33	0.39d	0.39a	1.40f	0.55c	1.96f
BAG38	0.39d	0.36b	2.02d	0.71b	2.74d
AS2	0.38d	0.40a	1.13g	0.44d	1.57g

GJ25	0.37d	0.32c	1.83e	0.57c	2.40e
BAG27	0.35d	0.33c	1.63e	0.54c	2.18e
BAG43	0.35d	0.41a	1.07g	0.44d	1.51g
BAG23	0.34d	0.34b	1.26g	0.43d	1.69g
BAG34	0.34d	0.41a	1.45f	0.58c	2.03e
BAG35	0.34d	0.28d	1.71e	0.48d	2.19e
BAG32	0.32d	0.38b	1.10g	0.42d	1.52g

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tekey Scott Knott a 5% de probabilidade. GEN: Genótipos; IQD: Índice de qualidade de Dickson; MSPR/MSPA: Relação MSPR/MSPA; MSPA massa seca da parte aérea, MSR: massa seca das raízes; MST: massa seca total.

O IQD é um parâmetro utilizado como referência para verificar a qualidade de mudas, sendo que quanto maior for o valor do índice melhor será a qualidade da muda (GOMES et al., 2019). O valor médio para o IQD de 0,42 (Tabela 2), foi semelhante ao encontrado em outros estudos, com IQD médio de 0,40 (VERDIN FILHO et al., 2020).

Neste sentido, os genótipos que apresentaram maior qualidade pelo índice de Dickson foram os genótipos BAG15 e GJ8. Os genótipos da coleção da Embrapa foram selecionados para estudo devido a seu potencial para desenvolvimento de novas cultivares. Uma nova cultivar deve apresentar uma série de características favoráveis, sendo que o vigor inicial das plantas pode favorecer ou prejudicar a produção das mudas em viveiro. O BAG15 é um genótipo promissor do Programa de Melhoramento de Café da Embrapa Rondônia, já tendo apresentado resultados promissores em estudo de campo (MORAES et al., 2021).

Por sua vez, o clone GJ8 amplamente comercializado em domínio público, presente em 89% dos cafezais cultivados no Estado de Rondônia (ESPINDULA et al., 2022), também se destacou pelo bom desempenho em viveiro. Além do GJ8, outros clones comerciais em domínio público também se destacaram no estudo. Os genótipos identificados com o prefixo BRS, que são cultivares lançadas pela Embrapa (TEIXEIRA et al., 2020), apresentaram IQD intermediário, variando de 0,46 a 0,54. Por sua vez, os clones comercializados em domínio público, sem origem genética definida, AS2 (0,38) e GJ25 (0,37), estiveram entre os genótipos de menores IQD.

Com exceção dos genótipos BAG15 e BAG30, todos os outros genótipos do BAG apresentaram IQD intermediário ou inferior. Pensando em aceitação no mercado, os genótipos de qualidade de mudas inferiores terão que apresentar alto desempenho na fase de campo para que haja chances de aceitação por viveiristas em caso de se tornarem cultivares recomendadas. A exemplo do que ocorre com os genótipos GJ25 e AS2, que, embora apresentem desempenho inferior na fase de mudas, se destacam em condições de campo (SCHMIDT et al., 2022).

A relação massa seca de raiz e massa seca da parte aérea (MSR/MSPA) e massa seca de raiz (MSR) possibilitou a formação de quatro grupos, com valores de 0,25 a 0,43 e 0,42 a 0,89 g, respectivamente (Tabela 3), enquanto as diferenças verificadas para a massa seca da parte aérea (MSPA) proporcionaram a formação de sete grupos distintos, com amplitude de 1,07 a 3,55 g.

A massa seca total (MST) resultou na formação de sete grupos distintos de acúmulo de biomassa entre os genótipos (Tabela 3). Assim, em ordem decrescente, com maior acúmulo de biomassa o genótipo BAG15, segundo com o genótipo BRS2336, terceiro com os genótipos GJ8, BRS1216, BRS3220, quarto grupo pelos genótipos BRS3210, BAG38, quinto grupo pelos genótipos BAG19, BAG26, BAG22, BAG24, GJ25, BAG27; sexto grupo pelos genótipos BAG30, BAG31, BAG29, BAG28, BAG40, BAG33, BAG34 e finalizando o menor acúmulo de biomassa com BAG21, BAG39, BAG41, AS2, BAG43, BAG23, BAG32.

A relação da massa seca de raízes e massa seca de parte aérea (MSR/MSPA) é outra característica secundária importante para a produção de mudas, que deve ser de 1:2 (CALDEIRA; FENILLI; HARBS, 2008). Neste sentido, o genótipo BAG15, que apresentou o melhor IQD foi o clone de menor relação MSR/MSPA e o genótipo AS2 que esteve entre os genótipos de menor IQD foi agrupado entre os de maior MSR/MSPA. Além do AS2, os clones BAG21, BAG24, BAG39, BAG33, BAG43 também estiveram entre os de maior relação MSR/MSPA, próximo a 1:2 (Tabela 3).

A adequada alocação de biomassa entre os sistemas da parte aérea e da raiz é importante, uma vez que a parte aérea das mudas não deve ser substancialmente superior que a da raiz. Esse equilíbrio otimiza a absorção e translocação de água e nutrientes das raízes para a parte aérea, além de reduzir a perda de água por transpiração. Tal relação é crucial em condições de campo, onde o estabelecimento da muda após o plantio demanda elevada disponibilidade hídrica (GOMES et al., 2019).

As diferenças verificadas para as características da parte aérea da muda proporcionaram a formação cinco grupos distintos para o comprimento da brotação (CB), cujos valores variaram de 2,11 a 12,15 cm, a formação de quatro grupos para área foliar (AF) com os valores de 69,53 a 433,68 cm² folha⁻¹ e de três grupos, para o diâmetro da brotação (DB) variou de 2,04 a 3,45 cm (Tabela 4). Na parte radicular foi possível discriminar cinco grupos com relação ao número de raízes (NR), cujos valores variaram de 1,20 a 4,01, e a formação de quatro grupos para o volume de raiz (VR) (Tabela 4) com valores de 1,25 a 4,01 cm³.

Tabela 4. Características vegetativas de mudas clonais de 28 genótipos de cafeeiros (*Coffea canephora*) aos 128 dias após o plantio das estacas na Amazônia Ocidental, Brasil.

GEN	CB	DB	AF	NR	VR
BAG15	11.44a	3.45a	433.68 ^a	7.39a	3.73a
GJ8	9.67b	3.34a	276.19b	5.89c	3.87a
BRS2336	9.91b	3.33a	258.24b	6.72a	4.01a
BRS3210	8.58c	3.20a	243.32b	5.56c	3.14b
BAG30	2.14e	2.29c	69.53d	3.06e	2.06c
BRS1216	9.91b	2.97a	273.00b	6.44b	3.87a
BAG31	2.33e	2.22c	95.54d	3.67e	1.48d
BRS3220	11.39a	3.18a	243.13b	5.44c	2.98b
BAG21	2.11e	2.31c	87.69d	3.78e	1.20d
BAG29	2.82e	2.04c	91.83d	3.02e	1.43d
BAG19	7.30c	2.65b	158.40c	5.44c	2.31c
BAG26	7.83c	2.80b	187.66c	5.00c	1.98c
BAG22	5.75d	2.71b	145.02c	5.06c	2.09c
BAG24	6.47d	2.65b	146.53c	4.28d	2.14c
BAG28	3.58e	2.44c	116.32d	4.5d	1.64d
BAG39	5.11d	2.62b	115.95d	5.44c	1.98c
BAG41	2.82e	2.38c	78.63d	3.43e	1.25d
BAG40	3.72e	2.50b	83.36d	5.33c	1.59d
BAG33	6,00d	2.43c	126.54d	4.72d	2.28c
BAG38	12.15a	2.78b	254.87b	5.06c	2.92b
AS2	4.16d	2.63b	95.17d	4.00e	1.34d
GJ25	8.81c	2.66b	217.75b	4.72d	2.42c
BAG27	8.31c	2.59b	163.73c	6.06b	2.06c
BAG43	4.47d	2.19c	94.56d	6.17b	1.31d
BAG23	4.73d	2.24c	98.82d	3.89e	1.53d
BAG34	8.92c	2.51b	179.15c	7.00a	2.37c
BAG35	8.16c	2.73b	172.17c	6.78a	1.73d
BAG32	4.99d	2.30c	105.12d	3.52e	1.36d

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tekey Scott Knott a 5% de probabilidade. GEN: Genótipos; CB; comprimento da brotação; DB: diâmetro da brotação; AF: área foliar; NR: número de raízes; VR: volume de raízes

A parte radicular foi avaliada pelos parâmetros número, volume e massa da raiz (Tabelas 3 e 4). Os genótipos BAG15 E GJ8 destacaram-se na fase inicial de mudas pelo estabelecimento mais robusto do sistema radicular, demonstrando os maiores valores para todos os parâmetros avaliados (NR, VR e MSR). Por sua vez, o BRS2336 e o BRS1216 também resultaram em valores elevados para NR, VR, sendo agrupados juntamente com BRS3210, BRS3220 e BAG38 no segundo grupo com maiores valores de MSR.

O sistema radicular bem desenvolvido desempenha papel importante no pegamento e crescimento inicial das plantas no campo, além de conferir maior potencial de tolerância a seca. Um sistema radicular adequado facilita a absorção efetiva de água e nutrientes do solo,

possibilitando maior área de contato com o solo, devido a maior matéria seca de raiz (ZHANG et al., 2025).

As características vegetativas com maior variabilidade foram MSPA e MST com sete grupos (Tabela 3|), seguidas por CB e NR (Tabela 4) com cinco agrupamentos, na sequência IQD, MSR/MSPA, AF, VR e MSR com quatro grupos, e a característica com menor variabilidade genética foi o DB com três agrupamentos.

De maneira geral as estimativas de correlação simples foram positivas e significativas (Tabela 5), com exceção para as associações não significativas entre NR e IQD ($r = 0,18$) e CB e IQD ($r = 0,24$). Já para as estimativas de correlação parcial, foram verificadas correlações significativas tanto positivas quanto negativas (Tabela 5).

Tabela 5. Estimativas de correlação simples e parcial entre características vegetativas de mudas clonais de 28 genótipos de cafeeiros (*Coffea canephora*) aos 128 dias após o plantio das estacas na Amazônia Ocidental, Brasil.

Pares de variáveis	rsimples	rparcial	Magnitude
IQD x CB	0.24	-0.96	
IQD x DB	0.64	0.49	
IQD x AF	0.56	-0.11	
IQD x NR	0.18	-0.25	
IQD x VR	0.66	-0.10	
IQD x MSPA	0.69	0.66	
IQD x MSR	0.71	0.88	
CB x DB	0.81	0.51	
CB x AF	0.89	0.06	
CB x NR	0.74	-0.16	
CB x VR	0.82	-0.04	
CB x MSPA	0.81	0.54	
CB x MSR	0.83	0.85	
DB x AF	0.88	-0.06	
DB x NR	0.67	0.32	
DB x VR	0.88	0.03	
DB x MSPA	0.90	-0.14	
DB x MSR	0.91	-0.31	
AF x NR	0.70	0.13	
AF x VR	0.88	-0.27	
AF x MSPA	0.96	0.64	
AF x MSR	0.92	0.24	
NR x VR	0.63	0.17	
NR x MSPA	0.64	0.14	
NR x MSR	0.61	0.07	
VR x MSPA	0.89	0.22	
VR x MSR	0.96	0.42	
MSPA x MSR	0.92	-0.58	

IQD: Índice de qualidade de Dickson; CB; comprimento da brotação; DB: diâmetro da brotação; AF: área foliar; NR: número de raízes; VR: volume de raízes; MSPA massa seca da parte aérea, MSR: massa seca das raízes; MST: massa seca total.

A massa seca de raiz (MSR) esteve positivamente correlacionada com o IQD e a área foliar, mas esteve negativamente correlacionada com a MSPA (Tabela 5). A área foliar das mudas está relacionada com a área fotossinteticamente ativa, o que pode proporcionar maior interceptação luminosa e consequentemente maior produção de fotoassimilados, essencial ao crescimento da muda (SALES et al., 2017). No entanto, mudas com maiores áreas foliares, principalmente se houver desbalanço entre a parte aérea e sistema radicular, conforme indicado pela correlação negativa entre MSPA e MSR, pode resultar em maior transpiração e comprometer o pegamento das mudas em campo.

Algumas associações apresentaram mudança nos comportamentos das correlações. Por exemplo, a correlação entre o IQD e CB, que era baixa na correlação simples ($r = 0,24$), tornou-se uma correlação parcial negativa significativa de alta magnitude de ($r = - 0,96$). A correlação parcial possibilita melhor interpretação dos resultados, por expressar relação de causa e efeito. Essa correlação negativa entre o IQD e o CB pode estar associada ao crescimento excessivo da brotação, resultando em mudas com menor qualidade. A altura de mudas não é uma boa variável para a avaliação de qualidade, pois pode ser influenciada por fatores ambientais, além de poder indicar o crescimento estiolado, resultando em mudas que atingem altura padrão precocemente e podem ir para o campo com menor qualidade.

A produção de mudas clonais é um processo complexo que depende inicialmente da qualidade da estaca utilizada. No início, as estacas dependem de suas próprias reservas de nutrientes para sobreviver e iniciar o processo de enraizamento (DIAS et al., 2012). À medida que o sistema radicular se estabelece, ocorre simultaneamente o desenvolvimento da parte aérea e foliar, resultando no crescimento e acúmulo de biomassa da muda (KOLLN et al., 2022). Essas características de crescimento e acúmulo são fundamentais para se determinar o potencial de sobrevivência da planta em condições de campo (GALLEGOS-CEDILLO et al., 2021), além de serem indicadores qualidade de plantas jovens.

Para comparar a diversidade dos genótipos em relação a todas as características em uma única análise foi utilizada a técnica de componentes principais associadas a referências ideais de máximas e mínimas para a parte aérea e a o sistema radicular das mudas (Figura 1).

As referências ideais das características vegetativas foram identificadas como I, II, III e IV. O ideotipo com maiores valores para as características avaliadas foi identificado como (I), enquanto o ideotipo com os menores valores foi identificado como (IV). O valor de referência com o máximo de parte aérea e mínimo raiz foi identificado como (II), e de mínimo parte aérea e máximo raiz (III).

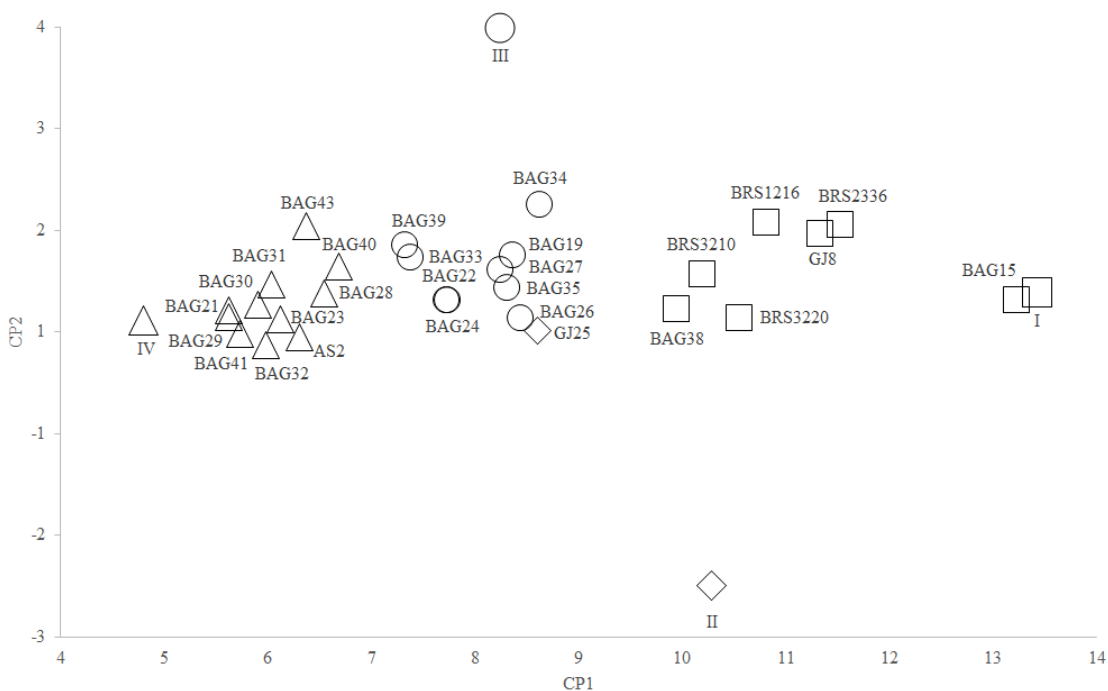


Figura 1. Gráfico de dispersão dos componentes principais das características vegetativas de mudas clonais de 28 genótipos de cafeeiros (*Coffea canephora*) aos 128 dias após o plantio das estacas na Amazônia Ocidental, Brasil.

Os pontos I, II, III e IV representam referências ideais com valores máximos (I) e mínimos (IV), para as características de parte aérea e de raiz estimados, e referências de máximas parte aérea e mínimas de raiz (II) e mínimas de parte aérea e máximas de raiz (III).

A análise de componentes principais proporciona visualizar a dispersão no plano dos clones em relação aos ideotipo estimados com base nos máximos e mínimos desempenhos vegetativos dos genótipos. Os resultados dessa análise confirmam a variabilidade genética identificada. Além disso, aloca os genótipos em relação a distribuição de massas secas entre a parte aérea e o sistema radicular.

Os genótipos BAG15, BRS2336, GJ8, BRS1216, BRS3220, BRS3210 e BAG38 apresentam valores próximos ao ideotipo I, referência dos valores máximos de parte aérea e de sistema radicular (Figura 1). Constata-se que o mais próximo aos valores máximos é o BAG 15, que também possui o maior IQD e, portanto, a maior qualidade de muda, semelhantemente ao verificado no teste de agrupamento de média (Tabela1). Isso reforça a indicação de desempenho superior na fase de produção de mudas, o que é almejado por viveiristas que produzem comercialmente cultivares clonais de *C. canephora*.

Os genótipos BAG34, BAG19, BAG27, BAG35, BAG26, BAG24, BAG22, BAG33, BAG39 e GJ25 estiveram mais próximos do ideotipo III. Embora distantes do ideotipo I, são próximos ao ideotipo III que apresenta máximo de raiz e mínimo de parte aérea (Figura 1). Este comportamento pode ser importante após o transplante para assegurar a menor mortalidade das mudas em campo. Pois com maior sistema radicular e menor parte aérea pode ocorrer menor transpiração, e consequentemente, menor perda de água, assegurando maior sobrevivência das mudas. Por outro lado, o genótipo GJ25 que apresenta relação inversa, com menor sistema radicular e maior parte aérea pode ficar mais susceptível ao déficit hídrico após o transplante, resultando em menor sobrevivência e crescimento inicial mais lento.

Por fim, os genótipos BAG43, BAG40, BAG28, BAG23, AS2, BAG32, BAG41, BAG29, BAG21, BAG30 e BAG31 estiveram mais próximos do ideotipo IV, referência para os valores mínimos, e, portanto, plantas com as características vegetativas com menores valores de parte aérea e de raiz. São genótipos que aprestaram menor crescimento vegetativo e sua baixa reserva de água e nutrientes pode resultar em maior susceptibilidade às condições adversas de campo, após o transplante. Esses clones podem ser preteridos por viveiristas que buscam maior eficiência na fase de produção de mudas de cultivares comerciais.

Os ganhos de seleção para os maiores IQD e massa seca (MSPA, MSR e MST) consideram a seleção de plantas que possuem um conjunto de características vegetativas favoráveis, em diferentes índices de seleção (Tabela 5). A seleção para a característica principal de IQD obteve ganho total de 136,53%. Esse incremento foi inferior aos ganhos de seleção apresentados pelos demais índices de seleção, que tiveram acréscimos com estimativas de magnitude próximas.

Tabela 6. Estimativas de progresso genético (%) com o uso de índices de seleção e com seleção direta univariada para o IQD, em genótipos de cafeeiros (*Coffea canephora*) avaliados quanto a características vegetativas de mudas clonais na Amazônia Ocidental, Brasil.

Estimativas de ganho com a seleção considerando maiores IQD e massa seca					
Método	MSPA	MSR	MST	IQD	GStotal
Direct selection (IQD)	42.20	29.36	39.14	25.83	136.53
Smith & Razel	56.14	36.23	51.32	21.30	164.99
Mulamba & Mock	53.89	36.55	49.71	23.46	163.61
Estimativas de ganho com a seleção considerando menores IQD e massa seca					
Método	MSPA	MSR	MST	IQD	GStotal
Direct selection (IQD)	-14.21	-13.23	-14.05	-18.68	-60.17
Smith & Razel	-32.03	-21.95	-29.56	-8.92	-92.46
Mulamba & Mock	-30.06	-22.42	-28.23	-13.54	-94.25
Genótipos selecionados considerando maiores IQD e massa seca					

Direct selection (IQD)	BAG15	GJ8	BRS2336	BRS3210	BAG30
Smith & Razel	BAG15	BRS2336	GJ8	BRS3220	BRS1216
Mulamba & Mock	BAG15	BRS2336	GJ8	BRS3210	BRS3220

Genótipos selecionados considerando menores IQD e massa seca

Direct selection (IQD)	BAG32	BAG35	BAG34	BAG23	BAG27
Smith & Razel	BAG43	BAG32	BAG21	AS2	BAG41
Mulamba & Mock	BAG32	BAG43	BAG23	AS2	BAG41

IQD: Índice de qualidade de Dickson, MSPA massa seca da parte aérea, MSR: massa seca das raízes; MST: massa seca total, GStotal: ganho com a seleção total.

O índice de Smith & Razel, que utiliza as combinações lineares das características avaliadas, obteve a maior estimativa de ganho total com 164,99%, seguido pelo índice de Mulamba & Mock, que utiliza critérios de ordenamento, com 163,61% de ganho. Nesses índices, a semelhança de resultados é relacionada a associações positivas entre as características que favorecem a seleção.

Os genótipos BAG15, BRS2336 e GJ8 foram selecionados por todos os índices de seleção com maior potencial de produção de mudas, seguidos pelos BRS3210 e BRS3220 em dois índices e posteriormente o BAG30 e BRS1216 selecionados por somente um. Enquanto os genótipos selecionados com decréscimos de ganho das características foram BAG32 por todos os índices, seguido por BAG43, BAG 23, AS2 e BAG 41, selecionados em dois índices, e BAG 35, BAG 34, BAG 21 e BAG 27, em apenas um índice.

Os genótipos selecionados pelos índices de ganho, BAG15, BRS2336, GJ8, BRS3210, BRS3220, BAG30 e BRS1216 (Tabela 6), estão próximos ao ideotipo I, apresentando máximos de desenvolvimento tanto na raiz quanto na parte aérea, com exceção do BAG 30 (Figura 1). O genótipo BAG30 está mais próximo ao ideotipo IV e foi selecionado exclusivamente pelo índice de seleção direta, que utilizou o IQD com referência. O IQD considera o vigor e o equilíbrio da distribuição da biomassa entre os sistemas da parte aérea e da raiz (GOMES et al., 2019). Portanto, apesar de apresentar muda menor, o BAG30 se mostrou com equilíbrio adequado.

Os genótipos selecionados com decréscimos de ganhos, menor IQD e menor massa seca, enfrentaram maiores desafios na produção de mudas. O manejo desses genótipos requer maior atenção no viveiro para se obter melhores resultados e garantir a produção de mudas de qualidade.

CONCLUSÃO

Os 28 genótipos de *C. canephora* apresentaram divergência genética. A variância genotípica das características vegetativas das mudas sobressai em relação a ambiental. Todos os genótipos comerciais, com exceção dos GJ25 e AS2, tiveram vigor vegetativo superior na fase de produção de mudas. O genótipo BAG15 se destaca como o de maior vigor inicial. Os genótipos BAG30, BAG31, BAG21, BAG29, BAG19, BAG26, BAG24, BAG28, BAG39, BAG41, BAG33, BAG38, BAG43, BAG23, BGA34 e BAG32 se apresentam como promissores por possuírem alta relação MSR/MSPA e, ou por estarem próximos ao ideotipo III, que apresenta maior quantidade de raiz, o que pode resultar em maior sobrevivência das plantas, em condições de campo, após o transplante. Os genótipos BAG22, BAG27, BAG35 e BAG40 tiveram menor desempenho na fase de produção de mudas. Portanto, se forem selecionados como promissores, para comporem novas cultivares, deverão receber tratamento diferenciado na fase de viveiro para que obtenham melhores características vegetativas e, consequentemente, maior sobrevivência e velocidade de crescimento após o transplante.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi apoiado pela Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação (PROPESP), pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (Consórcio Pesquisa Café), pela Bionorte - Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Rondônia, pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio de bolsas de “produtividade em pesquisa” concedida ao MCE e ao RBR, e pela Fundação Rondônia de Amparo ao Desenvolvimento das Ações Científicas e Tecnológicas e a Pesquisa – FAPERÓ, por meio de bolsa concedida à LFBA (Brasil - código financeiro 001).

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22: 711-728, 2013.
- BALBINO, Tony José et al. Alternative substrates for the production of clonal Coffea canephora seedlings. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 59, p. e03538, 2024.
- CALDEIRA, M. V. W.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria*, 9: 27-33, 2008.

497 CRUZ, C. D. Genes Software-extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta**
498 **Scientiarum. Agronomy**, 38: 547-552, 2016.

499 CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao**
500 **melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2004. v. 1, 480 p.

501 CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**.
502 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 1997. 390 p.

503 MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the ETO Blanco maize
504 (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and**
505 **Cytology**, v.7, p.40-51, 1978.

506 DIAS, J. R. M. et al. Enraizamento de estacas de cafeeiro imersas em extrato aquoso de
507 tiririca. **Coffee Science**, 7: 259-266, 2012.

508 DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. QUALITY APPRAISAL OF WHITE SPRUCE
509 AND WHITE PINE SEEDLING STOCK IN NURSERIES. **The Forestry Chronicle**, 36: 10-
510 13, 1960.

511 ESPINDULA, M. C. et al. Produção de mudas. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C.
512 (Eds.). **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 129-154.

513 ESPINDULA, M. C. et al. **Robustas Amazônicas: os cafeeiros cultivados em Rondônia**.
514 Brasília, DF: Embrapa, 2022. 144 p.

515 FERREIRA, O. G.; ROSSI, F. D.; ANDRIGHETTO, C. **DDA: Determinador digital de**
516 **Áreas – Software para determinação de área foliar, índice de área foliar e área de olho**
517 **de lombo** – Versão 1. 2. Santo Augusto: Instituto Federal Farroupilha, 2008.

518 FERRÃO, M. A. G. et al. Characterization and genetic diversity of *Coffea canephora*
519 accessions in a germplasm bank in Espírito Santo, Brazil. **Crop Breeding and Applied**
520 **Biotechnology**, 21: e36132123, 2021.

521 FERRÃO, R. G. et al. Comportamento e a variabilidade genética entre clones de café conilon
522 em ambientes representativos e não irrigados do Espírito Santo. **Multi-Science Research (M-**
523 **SR)**, Vitória, ES: Multivix, v.5, n.2, p. 06- 15, 2022.

524 FERREIRA, R. T. et al. INTRAPOPULATION RECURRENT SELECTION IN SOUR
525 PASSION FRUIT BY MIXED MODELS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 38: 158-166,
526 2016.

527 GALLEGOS-CEDILLO, V. M. et al. Plant agronomic features can predict quality and field
528 performance: a bibliometric analysis. **Agronomy**, v. 11, n. 11, p. 2305, 2021.

529 GOMES, S. H. M. et al. Avaliação dos parâmetros morfológicos da qualidade de mudas de
530 *Paubrasilia echinata* (pau-brasil) em viveiro florestal. **Scientia Plena**, 15: 1-10, 2019.

531 KOLLN, A. M. et al. Influence of nitrogen fertilization in mother plants on the growth and
532 quality of clonal seedlings of *Coffea canephora* ‘Robusta’ plants. **Ciência Rural**, 52:
533 e20201008, 2022.

534 MALAU, S.; SIANTURI, P. N.; SIHOTANG, M. R. Phenotypic and genetic performance of
535 Arabica coffee seedling due to effect of genotype and urea. **IOP Conference Series: Earth
536 and Environmental Science**, 1183: e012009, 2023.

537 MORAES, M. S. et al. Environmental stratification and performance of *Coffea canephora*
538 clones grown in the Western Amazon. **Coffee Science**, 16: e161911, 2021.

539 MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the ETO Blanco maize
540 (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and
541 Cytology**, v.7, p.40-51, 1978.

542 NASCIMENTO, B. et al. Vegetative rescue and propagation of native *ilex paraguariensis*
543 populations in santa catarina state, brazil. **Revista Árvore**, 47: e4710, 2023.

544 NASCIMENTO, W. M. O. et al. Pré-melhoramento do camucamuzeiro: estudo de parâmetros
545 genéticos e dissimilaridade. **Revista Ceres**, v. 61, p. 538-543, 2014.

546 PARTELLI, F. L. et al. Adaptability and stability of *Coffea canephora* to dynamic
547 environments using the Bayesian approach. **Scientific Reports**, 12: 11608, 2022.

548 PENCE, Matthew G. et al. Applying knowledge and experience from potato (*Solanum
549 tuberosum*) to update genetic stability data requirements in the risk assessment for
550 vegetatively propagated biotech crops. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v.
551 12, p. 1376634, 2024.

552 RAMALHO, A. R. et al. **Cultivar de cafeeiro Conilon BRS Ouro Preto - Características
553 agrônômicas e agroindustriais**. Porto Velho, RO: EMBRAPA, 2014. 10 p. (Comunicado
554 Técnico, 396)

555 RESENDE, M. D. V. de. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant
556 breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.16, p.330-339, 2016.

557 ROCHA, R. B. et al. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao
558 ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, 15: 255-266, 2005.

559 ROCHA, R. B. et al. Melhoramento de *Coffea canephora*: considerações e metodologias. In:
560 MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Eds.). **Café na Amazônia**. Brasília, DF:
561 Embrapa, 2015. p. 98-126.

562 SALES, R. A. DE et al. Influência de diferentes fontes de matéria orgânica na propagação da
563 *Schinus terebinthifolius raddi*. **Scientia Agraria**, 18: 99-106, 2017.

564 SCHMIDT, R. et al. Genetic Diversity Based on Nutrient Concentrations in Different Organs
565 of Robusta Coffee. **Agronomy**, 12: 2-18, 2022.

566 SCHMIDT, R. et al. Accumulation of Nutrients and the Relation between Fruit, Grain, and
567 Husk of Coffee Robusta Cultivated in Brazilian Amazon. **Plants**, 12: 2-13, 2023.

568 SMITH, H. F. A discriminant function for plant selection. **Annals of Eugenics**, v.7, p.240-
569 250, 1936.

- 570 SOUSA, Andrey LB de et al. Maturation cycle and fruit-to-bean conversion ratios in amazon
571 robusta coffee cultivars. **Revista Caatinga**, v. 38, p. e12571, 2024.
- 572 TEIXEIRA, A. L. et al. Amazonian Robustas - new *Coffea canephora* coffee cultivars for the
573 Western Brazilian Amazon. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 20: e323420318,
574 2020.
- 575 VERDIN FILHO, A. C. et al. Implications of the cut type and apex length of stem cuttings
576 used for the production of plantlets of Conilon coffee. **Coffee Science**, 15: e151770, 2020.
- 577 VERDIN FILHO, A. C. et al. Limitações causadas pelas dimensões de tubetes sobre o
578 crescimento e qualidade de mudas clonais de cafeeiro conilon. **Pensar Acadêmico**, 19: 281-
579 296, 2021.
- 580 ZHANG, Yanjun et al. Crop root system architecture in drought response. **Journal of**
581 **Genetics and Genomics**, v. 52, n. 1, p. 4-13, 2025.