

CARACTERIZAÇÃO DA GRANULOMETRIA DOS GRÃOS DE CAFEEIROS *Coffea canephora* CULTIVADOS NO AMAZONAS

Fábio Medeiros Ferreira¹, Milena Ribeiro Ramos², Andrey Luis Bruyns de Sousa³,
Hugo César Tadeu⁴, José Pessoa Nunes², Raniel Costa da Silva², Francisco de
Assis Marques², Maria Teresa Gomes Lopes⁵

¹Docente da Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, AM.
E-mail: ferreirtafmt@ufam.edu.br

²Discentes de Agronomia, da Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, AM

³Docente do Instituto Federal do Amazonas, Itacoatiara, AM

⁴Técnico da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM

⁵Docente da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM

Recebido em: 15/11/2024 – Aprovado em: 15/12/2024 – Publicado em: 30/12/2024
DOI: 10.18677/EnciBio_2024D4

RESUMO

As propriedades geométricas, tamanho e formato dos frutos e grãos dos cafeeiros são características específicas, definidas geneticamente, entretanto, podem estar sob influências ambientais e haver interação genótipos por ambientes (GA). Objetivou-se caracterizar a peneira média e os percentuais de grãos chatos, moca e graúdos em quinze genótipos de *Coffea canephora* e, inferir sobre a interação GA no Amazonas. Os experimentos foram estabelecidos em Itacoatiara e Manaus. As plantas foram avaliadas na safra 2022 com três anos de idade. Um arranjo fatorial foi estabelecido para clones e ambientes em quatro blocos. Avaliou-se as peneiras médias e percentuais de grãos tipo chato e moca, bem como os percentuais de grãos graúdos, médios e miúdos. Após análises de variâncias por ambientes e conjunta, e a aplicação de testes de agrupamento de médias Scott-Knott ($P > 0,05$) para a compreensão das respostas diferenciadas verificou-se a existência de interação GA para a granulometria de grão beneficiados em *Coffea canephora*. A variação encontrada nas características associadas ao tamanho dos grãos é predominantemente de natureza genética, especialmente para peneira média e porcentagem de grãos chato e moca e, grãos graúdos. Já as peneiras de menor granulometria sofrem mais influências do meio ambiente. Além disso, com dois ambientes foi possível discriminar os genótipos, para essas variáveis supracitadas, com mais de 85% de certeza de predição sobre o valor real de cada genotípico. Por fim, os clones BRS 1216 e 3210 possuem peneiras médias altas, tanto para grãos chatos quanto moca.

PALAVRAS-CHAVE: Cafeicultura sustentável; qualidade do grão; Robustas Amazônicas

GRANULOMETRIC CHARACTERIZATION OF *Coffea canephora* COFFEE BEANS CULTIVATED IN THE STATE OF AMAZONAS, BRAZIL

ABSTRACT

The geometric properties, size, and shape of coffee fruits and grains are genetically defined characteristics but can be influenced by environmental factors and genotype-by-environment (GE) interactions. This study aimed to characterize the average sieve size and percentages of flat, peaberry coffee beans, and large grains in 15 *Coffea canephora* genotypes and investigate GE interactions in the state of the Amazonas. Experiments were conducted in Itacoatiara and Manaus, evaluating three-year-old plants during the 2022 harvest. A factorial design with four blocks was used to assess clone and environment interactions. The results showed significant GE interactions for processed grain particle size. Location had a predominantly genetic effect on grain size characteristics, particularly for medium sieve size, flat and peaberry beans percentage, and large grain percentage. Smaller particle sizes were more environmentally influenced. Notably, the two environments allowed for genotype discrimination with >85% prediction accuracy for the mentioned variables. Clones BRS 1216 and 3210 exhibited medium-high sieve sizes for both flat and peaberry beans.

KEYWORDS: Robusta Amazon Robusta coffee, grain quality, sustainable coffee farming.

INTRODUÇÃO

Nos últimos cinco anos o estado do Amazonas vem se destacando como um dos estados brasileiros emergentes na cafeicultura clonal aliada às boas práticas de manejo desenvolvidas para a espécie *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner na Amazônia Ocidental (MARCOLAN; ESPINDULA *et al.*, 2015; ESPINDULA *et al.*, 2022a; 2022b).

A mobilização de produtores, técnicos, pesquisadores, investidores, poder público e instituições relacionadas ao setor agrícola (ESPINDULA *et al.* 2022b) tem permitido a revitalização da cafeicultura nesse estado, tornando-a uma das culturas industriais alternativas à renda e ao empoderamento das famílias rurais. A retomada e a evolução recente do setor cafeeiro amazonense estão refletidas no comparativo entre os anos de 2023 e 2024, cujas áreas em formação aumentaram 95,1%, a produção cresceu 14,5% e a produtividade atingiu 27,9 sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare (CONAB, 2024).

Os avanços no cultivo do cafeeiro estão atrelados ao entendimento e conhecimento das propriedades químicas e sensoriais, físicas e térmicas dos frutos e grãos para que as tecnologias destinadas à pós-colheita – secagem, beneficiamento, armazenagem – e, à qualidade de cafés especiais – torra e moagem – sejam empregadas e desenvolvidas com eficiência (BORÉM, 2023; ANDRADE; BORÉM, 2023). Ademais, a classificação dos grãos crus – beneficiados – são essenciais para definir qual o mercado mais apropriado para a venda do produto *commodity* ou café especial e, para identificar quais ajustes devam ser realizados pelo produtor para melhorar seu processo produtivo (BORÉM, 2023; ANDRADE; BORÉM, 2023).

A classificação física dos grãos consiste numa análise da granulometria, feita por meio de um jogo de peneiras que se interpõem, baseado em suas malhas (crivos) de dimensões e formatos diferentes. Assim, para especificar o tamanho e o

formato do café, a denominação tipicamente usada refere-se ao diâmetro, em fração de polegada, da peneira com perfuração que retem os tipos de grãos (MACHADO FILHO *et al.*, 2020; ANDRADE; BORÉM, 2023). De maneira geral, os tipos de grão cru podem ser classificados em tamanhos graúdo, médio ou miúdos (MACHADO FILHO *et al.*, 2020; COSTA *et al.*, 2024).

No fruto de café quando os dois lóculos do ovário são fecundados, formam-se dois grãos, normais, denominados “chato”, elípticos e com um lado plano-convexo e outro plano sulcado no centro (GOPE; FUKAI, 2020; 2022). Quando apenas um lóculo do ovário é polinizado, forma-se somente um grão anômalo, na forma ovoide, denominado moca, que também possui uma ranhura central no sentido longitudinal e ocupará todo volume do fruto (SOUZA *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2024). Grãos moca não representam perdas em qualidade da bebida (DUQUE-DUSSÁN *et al.*, 2023).

As propriedades geométricas dos frutos e grãos, tamanho e forma, são características físicas específicas, sendo definidas pelos genótipos. Contudo, podem ser influenciadas pelo ambiente ou pelo manejo fitotécnico (MACHADO FILHO *et al.*, 2020; ZAIDAN *et al.*, 2022) durante as fases de formação e desenvolvimento do fruto (ANDRADE; BORÉM, 2023) e, conseqüentemente, pela interação (GA) entre esses fatores (MORAES *et al.*, 2020; MORAIS *et al.*, 2021; SOUSA *et al.*, 2025).

No Amazonas, o germoplasma predominante da espécie *C. canephora* está representado por genótipos selecionados no estado de Rondônia, sejam eles cultivares clonais (TEIXEIRA *et al.*, 2020; ESPINDULA *et al.*, 2022b) ou comercialmente disponíveis em domínio público, selecionados por produtores e viveiristas rondonienses (ESPINDULA *et al.*, 2022a; SILVA *et al.*, 2024; SILVA *et al.*, 2025). Dentre as cultivares existentes e recomendadas para cultivo na Amazônia Ocidental destacam-se dez clones BRS, denominados ‘Robustas Amazônicas’ (ESPINDULA *et al.*, 2022a), oriundos de hibridações direcionadas entre genitores Robusta e Conilon (TEIXEIRA *et al.*, 2020).

Os clones ‘Robustas Amazônicas’ têm sido utilizados em ensaios instalados em alguns municípios do Amazonas, com a finalidade de se avaliar a performance genotípica nesses ambientes sobre componentes de produção (SOUSA *et al.*, 2025), caracterizá-los em relação aos atributos químicos dos grãos (ROCHA *et al.*, 2023; TADEU *et al.*, 2024) e sobre a concentração de elementos químicos em grãos crus e torrados (BEZERRA *et al.*, 2023). No entanto, ainda não foi caracterizada a granulometria desses genótipos em terras amazonenses, nem verificada a existência de interação GA e a natureza dos efeitos majoritários – genéticos ou ambientais – sobre as características associadas ao tamanho e forma dos grãos.

Diante do exposto objetivou-se caracterizar a peneira média e os percentuais de grãos chatos, mocas e graúdos de 15 genótipos de *C. canephora* e avaliar a resposta desses clones sobre essas características quando avaliados em duas diferentes localidades no estado do Amazonas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Material genético

Foram avaliados 15 genótipos clonais de *Coffea canephora* pertencentes ao programa de melhoramento da Embrapa, Rondônia. Desses, dez são cultivares recomendadas para plantio em regiões da Amazônia Ocidental, conhecidas como “Robustas Amazônicas” e identificadas pelo prefixo BRS (1216, 2299, 2314, 2336, 2357, 3137, 3193, 3210, 3213, 3220). Estão agrupadas em três diferentes grupos de

compatibilidade – definidos pelo primeiro algarismo e exibem três diferentes ciclos de maturação, definidos pelo segundo algarismo, como 1 – precoce, 2 – intermediário e, 3 – tardio (TEIXEIRA *et al.*, 2020).

Outros dois clones, RO-C125 e RO-C160, pertencentes a cultivar multiclonal Conilon BRS Ouro Preto (ESPINDULA *et al.*, 2022b) e os clones 09, 12 e 15, de ciclo precoce ou intermediário (SOUSA *et al.*, 2025), não lançados no mercado, também foram usados no experimento.

Ambientes e condução experimental

Os ensaios foram realizados nos municípios de Itacoatiara e Manaus, Amazonas, entre os meses de maio e julho da safra de 2022, correspondente a segunda colheita. Em ambos os ambientes o clima é caracterizado como tropical úmido (Af), sem estação seca, conforme critério de Köppen (ALVES *et al.*, 2019). A descrição dos ambientes é apresentada a seguir:

Ensaio ITA: Foi instalado em março de 2019, no Sítio Jota Pê (coordenadas 3°04'15,2"S, 58°28'2,1"W, altitude 26 m acima do nível do mar), localizado no km 7 da rodovia AM-010 (sentido Itacoatiara – Manaus), no município de Itacoatiara, em terreno de topografia plana e Latossolo Amarelo, cuja área foi dedicada, anteriormente, ao cultivo de mamão. Na profundidade 0-20 o solo foi caracterizado por pH de 5,74 em água; 26,50 mg.dm⁻³ de P; 0,23 cmolc.dm⁻³ de K; 2,77 cmolc.dm⁻³ de Ca; 0,32 cmolc.dm⁻³ de Mg; 3,05 cmolc.dm⁻³ de Al+H; 28,60 g.kg⁻¹ de matéria orgânica e; 52% de saturação de bases. A precipitação anual foi de 2409,8 e 2048,6 mm e temperatura média de 27,34 e 26,99 °C, para os anos de 2021 e 2022, respectivamente (SISDRAGO, 2024).

Ensaio MAO: Foi instalado em janeiro de 2019, na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas (coordenadas 2°39'09.0"S, 60°03'15.9"W, altitude 97 m acima do nível do mar), no Km 38 da rodovia BR-174 (sentido Presidente Figueiredo – Boa Vista, Roraima), localizada em Manaus, em terreno plano e Latossolo Amarelo, cuja área estava em período de descanso antes do início do experimento. Na profundidade 0-20 o solo foi caracterizado pH de 5,30 em água; 18,90 mg.dm⁻³ de P; 3,57 cmolc.dm⁻³ de K; 1,90 cmolc.dm⁻³ de Ca; 0,60 cmolc.dm⁻³ de Mg; 2,70 cmolc.dm⁻³ de Al+H; 42 g.kg⁻¹ de matéria orgânica e; 48% de saturação de bases. A precipitação anual foi de 2733,5 e 2433,9 mm e temperatura média de 27,12 e 27,58 °C, para os anos de 2021 e 2022, respectivamente (SISDRAGO, 2024).

As plantas tinham três anos de idade e foram conduzidas com três hastes ortotrópicas, cultivadas a pleno sol, com irrigação suplementar emergencial durante a estação da seca no município de Itacoatiara e em sequeiro, em Manaus. Foi adotado o espaçamento 3 x 1 m, que correspondeu a 3.333 plantas.ha⁻¹ e 10 mil haste. Foram adotadas as recomendações técnicas de manejo para o cultivo do *C. canephora*, incluindo adubações, correções do solo e demais tratamentos culturais, gerenciamento de podas e controle fitossanitário (MARCOLAN *et al.*, 2015; FERRÃO *et al.*, 2019).

Delineamento experimental e análises genético-biométricas

Foi utilizado um arranjo fatorial delineado em blocos completos casualizados, com os fatores clone (15) e ambientes (2). Os experimentos possuíam quatro repetições de seis plantas por parcela (18 m²), com 1.080 m² de plantas úteis.

Foram coletadas amostras com cerca de 1000 g a partir dos frutos colhidos em campo, de cada parcela do ensaio. Estas amostras foram processadas – secagem do fruto fresco durante aproximadamente 12 dias e, posteriormente, descasque – para obtenção de amostras de 300 g de grão cru – beneficiado – sem pergaminho e com umidade entre 11 e 12%, medidas com o equipamento portátil Gehaka® G610.

As medições dos tamanhos dos grãos de cada clone e suas respectivas representações percentuais nas amostras foram baseadas em um jogo de peneiras completo com 15 unidades diferentes, próprias para a classificação de cafés, conforme o formato e granulometria (MACHADO FILHO *et al.*, 2020; LIMA *et al.*, 2020). As peneiras de crivos oblongos, de numeração 8 a 13, foram utilizadas para reter os grãos tipo moca e as circulares de 10 a 18 para reter os grãos tipo chatos.

As estimativas de peneira média do grão chatos (PMCh) e do grão moca (PMMo) foram obtidas a partir da média ponderada da numeração das peneiras pelo percentual de grãos retidos em cada uma delas em relação a quantidade total (MACHADO *et al.*, 2020), desconsiderando os grãos quebrados ou não desenvolvidos, definidos como o resíduo, retidos na última peneira com fundo vedado. Também foram definidos o percentual de grãos chatos (GCh), moca (GMO) e resíduos (Res). Por fim foram definidos os percentuais de grãos graúdos (GRA), médio (MED) e miúdo (MIU) (MACHADO FILHO *et al.*, 2020).

Antes da execução da análise de variância (ANOVA) foi feito o teste de Lilliefors para normalidade dos erros e o teste Bartlett para homogeneidade das variâncias, de maneira que tais pressuposições foram atendidas ($P > 0,05$), com exceção da variável Res, que foi transformada para uma função raiz quadrada.

Realizou-se as ANOVAs individuais – de cada ambiente – e conjunta para interpretar os efeitos dos fatores clone, local e da interação entre eles e estimar os parâmetros genéticos associados. As médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ($\alpha = 0,05$). Gráficos em colunas foram usados para representar os percentuais de grãos moca e chatos e, grãos graúdos, médios e miúdos, para todos os genótipos avaliados. Por fim, realizou-se uma análise de repetibilidade para todas as variáveis pelo método de componentes principais para dados classificados, considerando as medidas repetidas no espaço e representadas pelos ambientes avaliados (CRUZ *et al.*, 2012). As análises genético-estatísticas foram realizadas nos softwares Genes vs.1900.2023.71 (CRUZ, 2016) e Rbio vs. 205 (BHERING, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância (ANOVA) em cada ambiente – Itacoatiara e Manaus – mostraram existir diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os clones para todas as características associadas ao tamanho dos grãos (Tabela 1), indicando haver variabilidade genética entre os genótipos de *Coffea canephora*. Essa variabilidade é reflexo da natureza alógama da espécie cujo mecanismo de autoincompatibilidade gametofítica amplia a condição heterozigota dos clones (FERRÃO *et al.*, 2021).

TABELA 1. Resumo das análises de variância individuais e conjunta de oito características[@] associadas ao conjunto de peneiras de grãos de café, em 15 clones de *Coffea canephora*, colhidos nos municípios de Itacoatiara e Manaus, Amazonas, na safra de 2021//2022.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Valor da estatística F			
		PMCh	GCh	GMo	Res ^t
Clone (G)	14,00	57,43*	88,58*	87,22*	12,67*
Ambiente (A)	1,00	453,94*	96,24*	51,23*	63,94*
Interação GA	14,00	2,88*	3,47*	4,29*	15,89*
Clone em Itacoatiara	14,00	63,48	68,57	61,56	10,35
Clone em Manaus	14,00	18,99*	31,14*	34,98*	22,98*

Fonte de variação	Graus de liberdade	Valor da estatística F			
		PMMo	GRA	MED	MIU
Clone (G)	14,00	61,47*	66,18*	43,05*	62,03*
Ambiente (A)	1,00	127,55*	261,72*	390,14*	91,03*
Interação GA	14,00	13,26*	12,37*	9,27*	11,73*
Clone em Itacoatiara	14,00	48,10	48,53	32,49	92,35
Clone em Manaus	14,00	18,54*	22,15*	16,89*	11,54*

[@] PMCh e GCh: peneira média e percentual do grão tipo chato, respectivamente; GMo: percentual de grãos tipo moca; Res: percentual de grãos residuais – quebrados ou defeituosos; PMMo: peneira média do grão moca; GRA: percentual de grãos de café de tamanho grande; MED: percentual de grãos de café de tamanho intermediário; MIU: percentual de grãos de café de tamanho pequeno;

(P < 0,05), pelo teste F de Fisher-Snedcor;

^t dados transformados pela função raiz quadrada.

Também foram detectadas diferenças entre os ambientes (P < 0,05) e houve interação entre clones e ambientes (GA), para todas as características avaliadas. Portanto, o formato e as dimensões do grão cru de um determinado clone podem variar seu comportamento quando plantados em lavouras localizadas em regiões diferentes, em comparação a outros genótipos. Souza *et al.* (2017) não detectaram interação entre os tipos varietais de *Coffea canephora* (Conilon, Robusta e Híbridos) avaliados durante dois anos agrícolas para a peneira média e percentual de grãos moca.

Na avaliação conjunta dos experimentos a estimativa da peneira média dos grãos chatos (PMCh) foi muito próxima aquela de número 16 e, para grãos moca (PMMo) foi próxima a peneira 11, ambas representantes dos maiores diâmetros de peneira para grãos médios. Em Itacoatiara, tanto PMCh quanto PMMo, superaram (P < 0,05, pelo teste F, Tabela 1) os valores obtidos em Manaus (Tabela 2).

TABELA 2. Estimativas de medidas descritivas e de parâmetros genéticos e ambientais de oito características associadas ao conjunto de peneiras de grãos de café, em 15 clones de *Coffea canephora*, colhidos nos municípios de Itacoatiara e Manaus, Amazonas, na safra de 2021//2022.

Parâmetro estimado [#]	Característica [@]							
	PMCh	GCh	GMo	Res ^t	PMMo	GRA	MED	MIU
$\hat{\mu}$	16.01	40.51	55.75	2.94 ^{&}	10.99	41.42	42.00	15.27
$\hat{\phi}_g$	0.49	242.04	224.97	0.14	0.25	238.81	112.45	66.00
$\hat{\phi}_a$	0.47	24.26	9.00	0.14	0.17	234.09	66.47	41.31

$\hat{\phi}_{ga}$	0.03	13.66	17.19	0.35	0.10	83.33	44.25	23.19
$\hat{\sigma}_e$	0.07	22.11	20.87	0.10	0.03	29.31	21.40	8.65
$\hat{\sigma}^2$	98.26	98.87	98.85	92.11	98.37	98.49	97.68	98.39
CV_g	4.39	38.41	26.91	23.67	4.52	37.31	25.25	53.19
CV_e	1.65	11.61	8.20	19.60	1.64	13.07	11.01	19.26
CV_g/CV_e	2.65	3.31	3.28	1.21	2.75	2.85	2.29	2.76
$\hat{\mu}_{Itacoatiara}$	16.50	44.01	53.60	2.14 ^{&}	11.28	52.26	36.23	10.70
$CV_{e.Itacoatiara}$	1.13	9.53	7.68	27.59	1.81	11.80	13.92	21.76
$\hat{\phi}_{g.Itacoatiara}$	0.55	297.12	256.28	0.31	0.49	452.17	200.17	123.89
$\hat{\sigma}_{Itacoatiara}^2$	98.42	98.54	98.38	90.34	97.92	97.94	96.92	98.92
$\hat{\mu}_{Manaus}$	15.53	37.01	57.89	3.73 ^{&}	10.69	30.58	47.77	19.84
$CV_{e.Manaus}$	2.08	13.94	8.61	13.26	1.44	14.83	8.72	17.37
$\hat{\phi}_{g.Manaus}$	0.47	200.63	210.87	0.33	0.10	108.79	68.98	31.30
$\hat{\sigma}_{Manaus}^2$	94.74	96.79	97.14	95.65	94.61	95.50	94.08	91.34

[@] PMCh e GCh: peneira média e percentual do grão tipo chato, respetivamente; GMo: percentual de grãos tipo moca; Res: percentual de grãos residuais – quebrados ou defeituosos; PMMo: peneira média do grão moca; GRA: percentual de grãos de café de tamanho grande; MED: percentual de grãos de café de tamanho intermediário; MIU: percentual de grãos de café de tamanho pequeno; [†] dados transformados pela função raiz quadrada;

[#] Parâmetros estimados: $\hat{\mu}$, $\hat{\mu}_{Itacoatiara}$ e $\hat{\mu}_{Manaus}$ – média geral do experimento, de Itacoatiara e, Manaus, respetivamente; $\hat{\phi}_g$, $\hat{\phi}_{g.Itacoatiara}$ e $\hat{\phi}_{g.Manaus}$ – componente quadrático genotípico conjunto, de Itacoatiara e Manaus, respetivamente; $\hat{\phi}_a$ – componente quadrático ambiental; $\hat{\phi}_{ga}$ – componente quadrático da interação GA; $\hat{\sigma}_e$ – componente de variância residual; $\hat{\sigma}^2$, $\hat{\sigma}_{Itacoatiara}^2$ e $\hat{\sigma}_{Manaus}^2$ – coeficiente de determinação genotípico médio, de Itacoatiara e Manaus, respetivamente; em %; cv_g , cv_e coeficiente de variação genético e, variação experimental, respetivamente, em %;

[&] Médias dos dados originais, ou seja, não transformados, para manter a correta interpretação biológica.

O percentual médio de grãos moca superou os de grãos chatos, em mais de 50%, considerando os ambientes simultaneamente ou separados. O percentual médio de grãos moca superou os de grãos chatos, em mais de 50%, considerando os ambientes simultaneamente ou separados. O percentual médio de grãos graúdos (GRAU) foi superior a 40% e, em Itacoatiara, atingiu mais que 50% na média dos genótipos, superando o ambiente Manaus ($P < 0,05$, pelo teste F, Tabela 1), e as proporções de grãos médios (MED) e miúdos (MIU) juntos.

Os grãos de café moca não são defeituosos e separá-los dos grãos normais chatos pode aumentar o valor de ambos no mercado (GOPE; FUKAI, 2020; 2022). Os procedimentos pós-colheita aplicados ao tipo moca proporcionam, comparativamente, secagem mais rápida, torram uniformemente e alcançam notas de xícara equivalentes aos grãos normais, agregando valor a esse produto, ora subestimado (DUQUE-DUSSÁN *et al.*, 2023).

A existência de variabilidade genética (Tabela 1) foi corroborada por meio do componente quadrático genotípico médio, que superou os demais componentes quadráticos – ambiental, GA e residual – indicando que a variação de natureza genética contribuiu decisivamente para as características associadas ao tamanho dos grãos de café *C. canephora*, com exceção da variável resíduo (Res). Em Itacoatiara, as estimativas dos componentes quadráticos genotípicos superaram aquelas obtidas em Manaus. Por conseguinte, todas as estimativas do coeficiente de

determinação genotípico foram superiores a 90%, indicando que a composição da variação fenotípica é majoritariamente devida a causas genéticas (Tabela 2).

A superioridade dos coeficientes de variação genético (cv_g) sobre os respectivos coeficientes de variação experimental (cv_e) sugere maior facilidade de seleção para as características associadas a peneira de grãos de café, demonstrando haver condições favoráveis para o progresso genético – $cv_g/cv_e > 1$ – (SILVA *et al.*, 2025).

A alta precisão experimental (cv_e) foi observada no experimento como um todo. Comparativamente, Souza *et al.* (2017) obtiveram menor precisão experimental para PMCh ($cv_e = 5,96$ a $7,04\%$) e para GMo ($32,41$ a $42,75\%$). Contudo, a menor precisão observada para grãos Res e MIU (Tabela 2) pode estar associada a fatores que ampliam o erro experimental, como a quebra dos grãos durante a etapa de descasque, maior número de defeitos e a própria natureza desses grãos menores, cujo padrão é inferior. Os genótipos avaliados são oriundos de um programa de melhoramento e, portanto, passaram por etapas de seleção e, no geral, exibem maior qualidade física de seus respectivos grãos (TEIXEIRA *et al.*, 2020).

Para as características PMCh, GCh, PMMo e GRA, houve superioridade do ambiente Itacoatiara em relação a Manaus, para a grande maioria dos clones investigados (Tabela 3). Em Itacoatiara, os clones BRS 1216, 3210 e 3220 se destacaram por suas PMCh acima de 17. Em Manaus, também o clone BRS 1216 foi o destaque com a maior PMCh.

Em relação a GCh, a cultivar BRS 2357 se destacou tanto em Itacoatiara quanto em Manaus, com valores de 74,58 e 63,21%, respectivamente. Ao contrário, exibiu os menores valores para GMo. A cultivar BRS 2357 é um clone representante da variedade botânica Conilon e segundo Souza *et al.* (2017) genótipos dessa variedade apresentaram GMo médio superior a variedade Robusta e iguais aos híbridos intervarietais. Outros clones – BRS 1216, 3193, RO-C160 e clone 09 – apresentaram valores de GCh acima de 50%, para um ou ambos os ambientes, entretanto, a cultivar BRS 2314 exibiu os menores valores para GCh (TEIXEIRA *et al.*, 2020) – Tabela 3.

TABELA 3. Comparações[#] entre médias de 15 clones de *Coffea canephora* para oito características[@] associadas ao conjunto de peneiras de grãos de café, em 15 clones de *Coffea canephora*, colhidos nos municípios de Itacoatiara e Manaus, Amazonas, na safra de 2021//2022.

Clone/Ambiente ^e	PMCh		GCh		GMo		Res ^t	
	-----		-----		-----		-----	
	Itacoatiara	Manaus	Itacoatiara	Manaus	Itacoatiara	Manaus	Itacoatiara	Manaus
BRS1216	17.66 Aa	16.88 Ba	53.95 Ac	54.89 Ab	45.76 Ae	36.18 Bg	0.26 Bd	8.93 Aa
BRS2299	16.06 Ad	15.12 Bc	35.79 Ae	28.97 Be	61.98 Ac	67.65 Ac	2.00 Ac	1.47 Ad
BRS2314	14.64 Af	13.89 Bd	14.40 Ag	9.09 Ag	75.79 Bb	85.31 Aa	8.54 Aa	3.67 Bc
BRS2336	16.73 Ac	15.70 Bb	47.49 Ad	39.92 Bc	51.67 Ad	54.60 Ae	0.83 Bd	3.35 Ac
BRS2357	16.74 Ac	15.86 Bb	74.58 Aa	63.21 Ba	24.47 Bg	33.23 Ag	0.63 Ad	1.40 Ad
BRS3137	15.62 Ae	14.81 Bc	13.72 Ag	17.83 Af	83.22 Aa	78.35 Ab	2.70 Ab	2.25 Ad
BRS3193	16.15 Ad	15.65 Bb	51.57 Ac	41.23 Bc	43.89 Be	54.58 Ae	4.43 Ab	4.19 Ac
BRS3210	17.20 Ab	15.51 Bb	36.06 Ae	34.74 Ad	61.01 Ac	59.46 Ad	2.92 Ab	4.10 Ac
BRS3213	16.11 Ad	14.92 Bc	47.01 Ad	32.90 Bd	50.29 Bd	61.70 Ad	1.72 Bc	2.93 Ac

BRS3220	17.21 Ab	15.84 Bb	48.32 Ad	38.31 Bc	50.17 Bd	57.94 Ad	1.51 Ac	1.83 Ad
Clone09	16.98 Ac	16.07 Bb	55.86 Ac	38.79 Bc	42.91 Be	51.85 Ae	1.22 Bc	9.40 Aa
Clone12	16.13 Ad	14.91 Bc	20.95 Af	18.34 Af	77.21 Ab	76.63 Ab	1.80 Ac	2.86 Ac
Clone15	16.64 Ac	16.01 Bb	61.48 Ab	45.92 Bc	36.75 Bf	50.44 Ae	1.54 Ac	1.98 Ad
RO-C125	16.99 Ac	15.75 Bb	41.42 Ad	39.99 Ac	57.59 Ac	57.02 Ad	0.92 Bd	1.92 Ad
RO-C160	16.60 Ac	15.95 Bb	57.49 Ac	50.93 Ab	41.33 Ae	43.36 Af	1.11 Bd	5.70 Ab

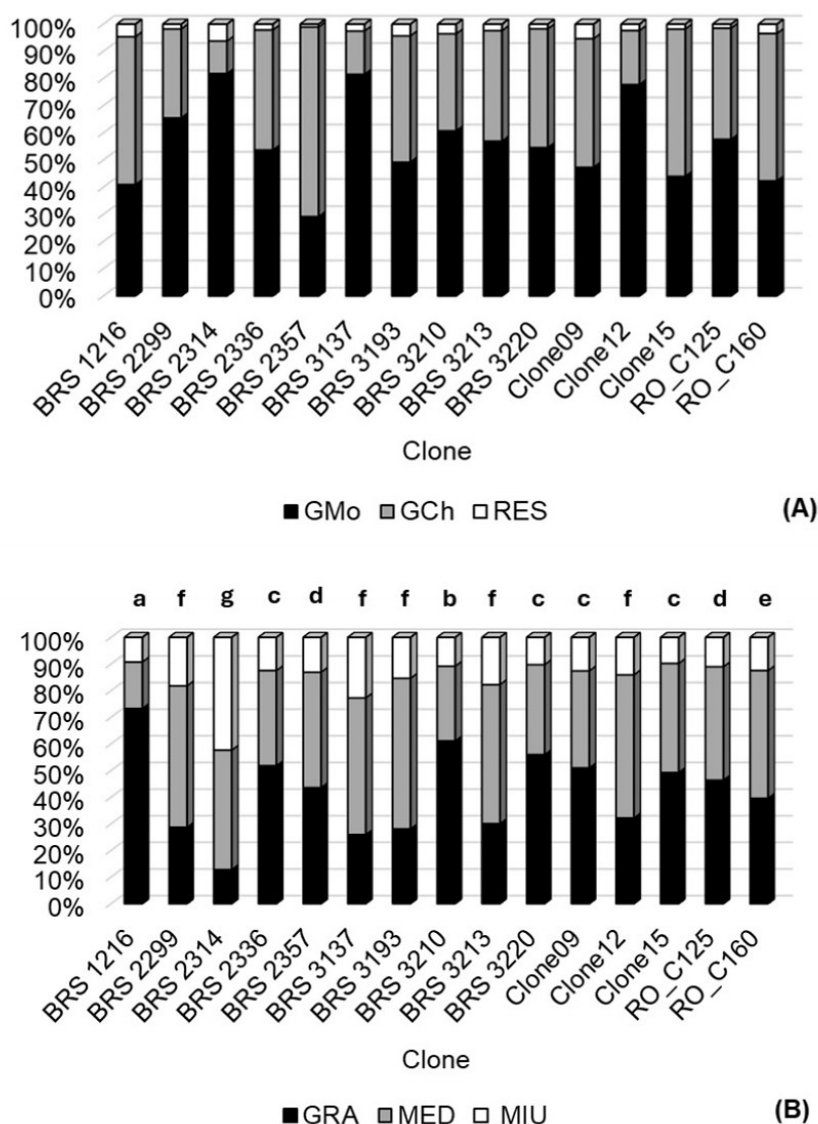
Clone/Ambiente	PMMo		GRA		MED		MIU	
	Itacoatiara	Manaus	Itacoatiara	Manaus	Itacoatiara	Manaus	Itacoatiara	Manaus
BRS1216	12.59 Aa	11.06 Ba	90.63 Aa	53.30 Ba	6.85 Be	27.37 Ad	2.06 Bd	16.08Ad
BRS2299	10.84 Af	10.52 Bc	34.50 Ae	22.16 Be	50.78 Aa	53.98 Aa	13.87 Bb	22.01Ac
BRS2314	9.80 Bg	10.18 Ad	9.01 Af	16.25 Ae	40.67 Bb	47.93 Ab	48.64 Aa	34.97Ba
BRS2336	11.65 Ad	10.93 Bb	62.70 Ac	39.07 Bb	31.92 Ac	38.27 Ac	4.34 Bd	20.12Ac
BRS2357	10.61 Af	10.26 Bd	56.17 Ad	29.71 Bd	33.66 Bc	51.78 Ab	8.91 Bc	16.84Ad
BRS3137	10.88 Af	10.26 Bd	33.14 Ae	18.51 Be	51.30 Aa	50.82 Ab	15.34 Bb	29.82Ab
BRS3193	10.85 Af	10.49 Bc	34.73 Ae	20.87 Be	51.56 Ba	60.31 Aa	12.69 Bb	17.69Ad
BRS3210	12.32 Ab	11.29 Ba	78.27 Ab	42.14 Bb	16.61 Bd	38.71 Ac	4.85 Bd	16.46Ad
BRS3213	10.96 Af	10.58 Bc	38.05 Ae	20.70 Be	48.60 Aa	53.48 Aa	11.75 Bb	22.92Ac
BRS3220	11.94 Ac	10.84 Bb	74.48 Ab	36.25 Bc	20.47 Bd	46.43 Ab	4.59 Bd	15.65Ad
Clone09	11.75 Ad	10.88 Bb	67.48 Ac	33.37 Bc	27.58 Bc	44.50 Ac	4.51 Bd	20.37Ac
Clone12	11.04 Ae	10.82 Ab	35.26 Ae	28.62 Ad	56.10 Aa	50.49 Ab	8.04 Bc	19.87Ac
Clone15	11.19 Ae	11.08 Aa	53.26 Ad	43.97 Bb	39.42 Ab	41.42 Ac	6.37 Bc	12.94Ad
RO-C125	11.53 Ad	10.72 Bb	62.88 Ac	28.96 Bd	29.92 Bc	54.42 Aa	6.89 Bc	14.95Ad
RO-C160	11.18 Ae	10.49 Bc	53.34 Ad	24.83 Bd	37.99 Bb	56.70 Aa	7.66 Bc	16.93Ad

® PMCh e GCh: peneira média e percentual do grão tipo chato, respectivamente; GMo: percentual de grãos tipo moça; Res: percentual de grãos residuais – quebrados ou defeituosos; PMMo: peneira média do grão moça; GRA: percentual de grãos de café de tamanho grande; MED: percentual de grãos de café de tamanho intermediário; MIU: percentual de grãos de café de tamanho pequeno.

[†] Variável transformada, porém, foram usadas as médias da variável original para manter a correta interpretação biológica; [#] Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, em cada nível de comparação, constituem grupos estatisticamente homogêneo, pelo teste de Scott Knott (P > 0.05).

Percentuais de grãos moça acima de 75% foram observados para as cultivares BRS 2314 e 3137 e, Clone 12 (Tabela 3). Novamente os clones BRS 1216 e 3210 destacaram-se por apresentar grãos retidos nas maiores peneiras (PMMo). Nesse quesito, destacaram-se no ambiente Itacoatiara, com mais de 50% de GRA os clones, em ordem decrescente, BRS 1216 (> 90%); BRS 3210 e 3220 (> 70%); BRS 2336, Clone 09 e RO-C 125 (> 60%) e; BRS 2357, Clone 15 e RO-C160 (> 50%). Os clones BRS 2299, 2357, 3137, 3193, 3213, Clone12 e RO-C160 destacaram-se pela maior representatividade em peneiras de diâmetro médio – de 50 a 60% –, particularmente, em Manaus (Tabela 3). A cultivar BRS 2314 se destacou pelos maiores percentuais atribuídos as peneiras de grãos médios e pequenos, com mais de 80% dos grãos nelas retidos (Tabela 3 e Figura 1).

FIGURA 1. Percentuais de grãos moca – GMo –, chato – GCh – e resíduo – Res – (A), e de grãos graúdos – GRA –, médios – MED – e miúdos – MIU; (B) de 15 clones de *Coffea canephora*, colhidos na safra 2021/2022, em dois municípios do estado do Amazonas. Em (B), as letras minúsculas iguais acima das barras constituem grupo estatisticamente homogêneo ($P > 0,05$).



Na média dos ambientes, o clone BRS 2357 destacou-se com maior GCh (69%). Os clones BRS 2314 e 3137 (81%), clone 12 (77%), BRS 2299 e 3210 (> 60%) foram aqueles com maiores percentuais de GMo. Para os demais clones houve maior equilíbrio entre a quantidade de grãos chato e moca (Figura 1). Em relação a quantidade de grãos grandes se sobressaíram os clones BRS 1216 e 3210 e os demais clones apresentaram maior equilíbrio entre grãos GRA e MED.

Na caracterização do diâmetro dos grãos dos genótipos ‘Robustas Amazônicas’, os clones BRS 2314 e 2299, 3137 e 3193 foram definidos como peneira média 14; BRS 1216, 2357, 3213 e 3220 foram agrupados com PMCh 15 e; os clones BRS 2336 e 3210 como PMCh 16 (TEIXEIRA *et al.*, 2020; ESPINDULA *et al.*, 2022a). Para alguns desses clones o agrupamento ou classificação (Tabela 3 e

Figura 1) diferiram daqueles apresentados pela literatura (TEIXEIRA *et al.*, 2020; ESPINDULA *et al.*, 2022a), ratificando a atuação da interação GA sobre características associadas as dimensões dos grãos beneficiados.

O manejo fitotécnico e pós-colheita também promoveu respostas diferenciadas das plantas, quando se adotou sistemas de manejo de plantas daninhas em combinação com diferentes tamanhos dos grãos sobre o índice de rendimento (ZAIDAN *et al.*, 2022) e utilizou-se tempos diferentes de armazenamento e peneiras sobre a qualidade da bebida (LIMA *et al.*, 2020).

As características PMCh, PMMo, GCh, GMo e GRA apresentaram coeficientes de repetibilidade superiores a 74%, representando estimativas elevadas desse parâmetro genético (RESENDE, 2007). Entretanto, para as características Res, MED e MIU as estimativas de repetibilidade foram mais modestas e mostraram maior variação nos ambientes para sua expressão, ou seja, há maior influência dos fatores ambientais sobre elas (Tabela 4).

TABELA 4. Estimativas de coeficiente de repetibilidade e respectivos coeficientes de determinação baseados em duas medições (Itacoatiara e Manaus) feitas sobre características associadas ao conjunto de peneiras de grãos de café, em 15 clones de *Coffea canephora*, safra 2021/2022, no Amazonas.

Característica [@]	Parâmetro estimado	
	Coeficiente de repetibilidade	Coeficiente de determinação [#]
PMCh	0.74	85.25
PMMo	0.86	92.51
GCh	0.90	94.54
GMo	0.91	95.33
GRA	0.84	91.05
Res	0.04	8.22
MED	0.58	73.30
MIU	0.60	74.72

[@] PMCh e GCh: peneira média e percentual do grão tipo chato, respetivamente; GMo: percentual de grãos tipo moca; Res: percentual de grãos residuais – quebrados ou defeituosos; PMMo: peneira média do grão moca; GRA: percentual de grãos de café de tamanho grande; MED: percentual de grãos de café de tamanho intermediário; MIU: percentual de grãos de café de tamanho pequeno; [#] em %.

Portanto a avaliação em duas localidades diferentes foi suficiente para confirmar o desempenho genotípico dos clones para caraterísticas associadas a peneiras que retém grãos maiores ou na classificação dos tipos moca e chato (Tabela 4), considerando os valores dos coeficientes de determinação superiores a 85%, atestando confiabilidade sobre as estimativas dessas características (CRUZ *et al.*, 2012).

CONCLUSÃO

Existe interação GA para características relacionadas à granulometria de grão cru em *Coffea canephora*.

A variação encontrada nas características associadas ao tamanho dos grãos é predominantemente de natureza genética, especialmente para aquelas que representaram o tipo e a quantidade de grão – chato e moca – e a dimensão dos grãos graúdos.

Existe regularidade das peneiras médias e porcentagens de grãos chatos e mocas e, porcentagem de grãos graúdos em *C. canephora* na repetição das mensurações de um ambiente para o outro e, assim, em duas localidades é possível discriminar os genótipos, com mais de 85% de certeza de se estar avaliando o real valor genotípico.

Os cafeeiros híbridos 'Robustas Amazônicos' BRS 1216 e BRS 3210 possuem peneiras médias altas, tanto para grãos chatos quanto moca. A cultivar Conilon BRS 2357 possui a maior porcentagem de grãos chatos em comparação aos demais clones avaliados.

As características associadas a granulometria em peneiras com dimensões menores, como tamanho médio, miúdo e residual, sofrem mais influências do meio ambiente e menor contribuição genética para defini-las.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo suporte ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da UFAM e apoio financeiro em projetos de pesquisas com a cultura do café no Amazonas. Às equipes do sítio Jota Pê, em Itacoatiara, e da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas, em Manaus, pelo manejo agrícola dos plantios e apoio prestado durante a execução dos ensaios.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. T.; BORÉM, F. M. Propriedades físicas e térmicas dos frutos e grãos de café. In: BORÉM, F. M. (org.) **Tecnologia pós-colheita e qualidade de cafés especiais**. 1. ed. Lavras, MG: UFLA, p. 45-62.2023.

ALVES, R. C.; TRES, A.; SOARES, R. V.; WENDLING, W. T.; TETTO, A. F. Classificação climática para o estado do Amazonas segundo as zonas de vida de Holdridge. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciencies**. v. 62, 1-13 p. 2019. Disponível em: < <https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/3095/1570>>.doi: 10.22491/rca.2019.3095

BEZERRA, C. de. S.; TOMAZ, J. S.; VALENTE, M. S. F.; ESPINDULA, M. C.; MARQUES, R. L. S. *et al.* Phenotypic diversity and genetic parameters of *Coffea canephora* clones. **Plants**. v. 12, 4052, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/plants12234052>>. doi: 10.3390/plants12234052

BHERING, L. L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Viçosa, MG: UFV. v.17, 187-190 p. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1984-70332017v17n2s29>>. doi: 10.1590/1984-70332017v17n2s29

BORÉM, F. M. Anatomia e composição química do fruto do cafeeiro. In: BORÉM, F. M. (org.) **Tecnologia pós-colheita e qualidade de cafés especiais**. 1. ed. Lavras, MG: UFLA, p. 15-43, 2023.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de café, safra 2024**, 3º levantamento, set. 2024, v. 11, nº 3, Brasília: Conab, 2024. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>.

COSTA, A. D.; JUNQUEIRA, M. de L.; MENDES, M. H. A; HONDA FILHO, C. P. Classificação por peneira e defeitos de grãos de genótipos cafeeiros do grupo Big Coffee VL. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v.7, n.1, p. 379-388, 2024. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/67789>>. doi: 10.34188/bjaerv7n1-029.

CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**. v.38, n.4, p.547-552, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i4.32629>>. doi: 10.4025/actasciagron.v38i4.32629

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 1., 1. ed. Viçosa, MG: UFV, 2012, 513 p.

DUQUE-DUSSÁN, E.; FIGUEROA-VARELA, P. A.; SANZ-URIBE, J. R. S. Peaberry shape and size influence on different coffee postharvest processes. **Journal of Food Process Engineering**. 2023; v. 46: e14461. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfpe.14461>>. doi: 10.1111/jfpe.14461.

ESPINDULA, M. C.; DALAZEN, J. R.; ROCHA, R. B.; TEIXEIRA, A. L.; DIOCLECIANO, J. M. et al. **Robustas Amazônicas os cafeeiros cultivados em Rondônia**, 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2022a; 144 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1152388/robustas-amazonicos-os-cafeeiros-cultivados-em-rondonia>>.

ESPINDULA, M. C., PINHEIRO, J. O. C.; CARARO, D. C.; SILVA, E. B.; DIOCLECIANO, J. M. et al. **Desempenho agrônomo e análise econômica do cultivo de cafeeiros clonais no estado do Amazonas**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2022b. 21p. (Embrapa Rondônia. Circular Técnica, 153). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1140191/1/CT-153.pdf>>

FERRÃO, M. A. G.; MENDONÇA, R. F. D.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; SENRA, J. F. B. et al. Characterization and genetic diversity of *Coffea canephora* accessions in a germplasm bank in Espírito Santo, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 21, n. 2, e36132123. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1984-70332021v21n2a32>> doi: 10.1590/1984-70332021v21n2a32

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FILHO, A. C. V.; FERRÃO, M. A. G.; et al. (Eds.). **Conilon coffee**. 3. ed. Vitória, ES: Incaper, 2019. p. 145-202. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252025v3812571rc>>.doi: 10.1590/1983-21252025v3812571rc

GOPE, H. L.; FUKAI, H.; Normal and Peaberry Coffee Beans Classification from Green Coffee Bean Images Using Convolutional Neural Networks and Support

Vector Machine. **International Scholarly and Scientific Research & Innovation**, v. 14, n. 6, p. 189-196. 2020. Disponível em: <<https://www.aimspress.com/journal/agriculture>>.

GOPE, H. L.; FUKAI, H.; Peaberry and normal coffee bean classification using CNN, SVM, and KNN: Their implementation in and the limitations of Raspberry Pi 3. **AIMS Agriculture and Food**, v. 7, n 1: 149–167. 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/359464348_Peaberry_and_normal_coffee_bean_classification_using_CNN_SVM_and_KNN_Their_implementation_in_and_the_limitations_of_Raspberry_Pi_3>. doi: 10.3934/agrfood.2022010

LIMA, J. S.S.; SILVA, S.A.; FONSECA, A. S.; PAJEHU, L. F.; Quality of *Coffea canephora* beverage as a function of genotype, processing method and grain size. **Coffee Science**, 15: e151714, 2020. Disponível em: <Quality of *Coffea canephora* beverage as a function of genotype, processing method and grain size | Coffee Science - ISSN 1984-3909>

MACHADO FILHO, J. A. M.; FONSECA, A. F. A.; VERDIN FILHO, A. C.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. *et al.* Qualidade e classificação do café Conilon. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 41, n. 309, p.114-123, 2020. Disponível em: <<https://www.sidalc.net/search/Record/oai:https://biblioteca.incaper.es.gov.br:123456789-4232/Description>>.

MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (org.). **Café na Amazônia**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1023755/caf-na-amazonia>>.

MORAES, M. S.; ROCHA, R. B.; TEIXEIRA, A. L.; ESPINDULA, M. C.; SILVA, C. A.; LUNZ, A. M. P. Adaptability and stability of *Coffea canephora* Pierre ex Froehner genotypes in the Western Amazon. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 50, n, 1, e20190087, p. 1-9, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20190087>>. doi: 10.1590/0103-8478cr20190087

MORAIS, J. A.; ROCHA, R. B.; ALVES, E. A.; ESPINDULA, M. C.; TEIXEIRA, A. L. *et al.* Beverage quality of *Coffea canephora* genotypes in the western Amazon, Brazil. **Acta Scientiarum**. Agronomy, v. 43, e52095, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asagr/a/nLZgTbbkMgvtTJ5V8Vs4ffD/abstract/?lang=en>>. doi: 10.4025/actasciagron.v43i1.52095

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa, 2007. 975 p.

ROCHA, R. B.; ALVES, E. A.; TADEU, H. C.; TEIXEIRA, A. L.; BIZZO, H. R.; ANTONIASSI, R. *et al.* Caffeine and chlorogenic acid content of *Coffea canephora* cultivars in different environments. **Coffee Science**, v. 18, e182164, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.25186/v18i.2164>>. doi: 10.25186/v18i.2164

SILVA, A. N. R.; ROCHA, R. B.; MORAES, A. O.; ESPINDULA, M. C.; TEIXEIRA, A. L. *et al.* Unraveling the genetic diversity of coffee processing traits in *Coffea*

canephora. **Ciência Rural**, v.55, n. 1, p. e20240056, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20240056>>. doi: 10.1590/0103-8478cr20240056

SILVA, A. N. R.; ROCHA, R. B.; TEIXEIRA, A. L.; ESPINDULA, M. C.; PARTELLI, F. L. *et al.* Self-Incompatibility and Pollination Efficiency in *Coffea canephora* using Fluorescence Microscopy. **Agronomy**. v. 14, p. 1-14. 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/agronomy14071564>>.doi: 10.3390/agronomy14071564

SISDAGRO – Sistema de suporte a decisão na agropecuária. **Balanco hídrico sequencial**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/index>. Acesso em: 11 nov. 2024.

SOUSA, A. L. B.; ROCHA, R. B.; TADEU, H. C.; LOPES, M. T. G.; ESPINDULA, M. C. *et al.* Maturation cycle and fruit-to-bean conversion ratios in amazon robusta coffee cultivars. **Revista Caatinga**, v. 38, p. e12571, 2025 Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/12571/11636>> doi: 10.1590/1983-21252025v 3812571rc

SOUZA, C. A.; ROCHA, R. B.; MORAES, M. S.; SPINELLI, V. M.; ALVES, E. A. Caracterização da peneira média e percentual de grão tipo moca de *Coffea canephora* das variedades botânicas conilon e robusta. **Enciclopédia Biosfera**. v.14 n.26; p 156-166. 2017. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1087182/1/caracterizacaopeneiraBarros.pdf>>. doi: 10.18677/EnciBio_2017B14

SOUZA, C. A.; ROCHA, R. B.; SANTOS, M. R. A.; LOPES, T. A.; TEIXEIRA, A. L. *et al.* In vitro pollination and fluorescence microscopy for characterization of gametophytic self-incompatibility of *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. v. 21, n. 4: e37692142, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1984-70332021v21n4a51>>.doi: 10.1590/1984-70332021v21n4a51

TADEU, H. C.; XIMENES, V.F.; LOPES, M.T.G.; ESPINDULA, M.C.; ALVES, A.P.C. *et al.*; Analysis of bioactive compounds, organic acids, and genetic parameters of ten amazonian robusta cultivars. **Revista Caatinga**. Mossoró, v.37: e12017, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21252024v3712017rc>>.doi: 10.1590/1983-21252024v3712017rc

TEIXEIRA, A. L.; ROCHA, R.B.; MARCELO, C.E.; RAMALHO, A.R. *et al.*; Amazonian Robustas - new *Coffea canephora* coffee cultivars for the Western Brazilian Amazon. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n. 3: e323420318, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1984-70332020v20n3c53>>.doi: 10.1590/1984-70332020v20n3c53

ZAIDAN, U. R.; CAMPOS, R. C.; FARIA, R. M.; Z Aidan, I. R.; SOUZA, W. M. de. *et al.* Productivity and grain size of coffee grown in different weed management systems. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 44, e55692, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/55692>>.doi: 10.4025/ actasciagron.v44i1.55692