

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

**Potencial agronômico e sensorial de genótipos modernos de *Coffea arabica*
em Araçuaia, Minas Gerais**

Guilherme Henrique da Rocha
Magister Scientiae

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

GUILHERME HENRIQUE DA ROCHA

**Potencial agronômico e sensorial de genótipos modernos de *Coffea arabica*
em Araponga, Minas Gerais**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Eveline T. Caixeta Moura

Coorientadora: Iara Gonçalves dos Santos

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

R672p
2025

Rocha, Guilherme Henrique da, 1999-
Potencial agronômico e sensorial de genótipos modernos de
Coffea arabica com resistência à ferrugem para cultivo em
Araponga-MG / Guilherme Henrique da Rocha. – Viçosa, MG,
2025.

1 dissertação eletrônica (83 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexos.

Orientador: Eveline Teixeira Caixeta.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Agronomia, 2025.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.823>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Café - Melhoramento genético. 2. Café - Resistência a
doença e pragas. 3. *Hemileia vastatrix*.
4. Ferrugem-do-cafeeiro. 5. Bebidas - Qualidade. 6. BLUP.
I. Caixeta, Eveline Teixeira, 1972-. II. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Agronomia. Programa de
Pós-Graduação em Genética e Melhoramento. III. Título.

CDD 22. ed. 633.732

GUILHERME HENRIQUE DA ROCHA

**Potencial agronômico e sensorial de genótipos modernos de *Coffea arabica*
em Araponga, Minas Gerais**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 14 de outubro de 2025.

Assentimento:

Guilherme Henrique da Rocha
Autor

Eveline Teixeira Caixeta Moura
Orientadora

Essa dissertação foi assinada digitalmente pelo autor em 19/12/2025 às 15:49:51 e pela orientadora em 22/12/2025 às 09:48:49. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **4ZXS.J2WF.YURF** e clique no botão 'Validar documento'.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pela proteção constante sobre mim e minha família.

Aos meus pais, pelos conselhos e, em especial, ao meu pai Claudiomiro, pelo apoio incondicional e por ser o maior exemplo em minha vida. Pai, te amo profundamente.

Às minhas irmãs, Cinthia e Alice, em especial à minha “petitinha”. Amo vocês.

À minha esposa, Luly, pelo amor, carinho e companheirismo em todos os momentos. Te amo. À minha sogra, Sirnéia, pelo apoio e incentivo constantes.

Às professoras Dra. Eveline e Dra. Iara, pelos conselhos, pela orientação e por todo o conhecimento generosamente compartilhado ao longo desses anos.

A todos os professores que contribuíram para o meu aprendizado em melhoramento genético de plantas e, sobretudo, para o meu crescimento pessoal, em especial ao Professor Pedro Carneiro.

Ao Programa Café UFV e ao BioCafé, pela convivência e pelas amizades construídas ao longo desses anos.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar a pós-graduação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), ao Consórcio Pesquisa Café, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Café (INCT Café), pelo suporte para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos de Viçosa, em especial a turma do Biocafé Vôlei.

A todos os demais, que de alguma forma contribuíram com a minha conquista.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

RESUMO

ROCHA, Guilherme Henrique da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2025. **Potencial agrônômico e sensorial de genótipos modernos de *Coffea arabica* em Araponga, Minas Gerais**. Orientadora: Eveline Teixeira Caixeta Moura. Coorientadora: Iara Gonçalves dos Santos.

O café é a segunda bebida mais consumida no mundo, destacando-se *Coffea arabica*, uma das espécies mais cultivadas globalmente. No Brasil, existem cerca de 127 cultivares de *C. arabica* registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC), o que reforça a necessidade de estudos de caracterização em diferentes regiões produtoras. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de cultivares modernas e progênies avançadas de *C. arabica* com resistência à ferrugem do cafeeiro nas condições edafoclimáticas de Araponga-MG, considerando características agrônômicas e sensoriais para estimativas de parâmetros genéticos. O experimento foi conduzido entre 2019 e 2024, envolvendo genótipos resistentes à ferrugem, além das testemunhas suscetíveis Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Vermelho IAC 144. Foram avaliadas características morfológicas, produtivas e sensoriais. As análises foram realizadas por meio de modelos mistos utilizando o procedimento REML/BLUP, que permitiu estimar componentes de variância e prever valores genotípicos. Os resultados indicaram que todos os genótipos avaliados apresentaram potencial para produção de cafés especiais e variância genotípica significativa para a maioria das características analisadas. A identificação de genótipos superiores às cultivares tradicionais, tanto em produtividade quanto em resistência à ferrugem e qualidade sensorial, evidencia o elevado potencial genético disponível e ressalta a importância da avaliação contínua em diferentes ambientes, contribuindo para a recomendação de materiais adaptados às condições de Araponga-MG e para o fortalecimento da sustentabilidade e competitividade da cafeicultura nacional.

Palavras-chave: cultivares de café; qualidade de bebida; *Hemileia vastatrix*; REML/BLUP.

ABSTRACT

ROCHA, Guilherme Henrique da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2025. **Agronomic and sensory potential of modern *Coffea arabica* genotypes in Araponga, Minas Gerais**. Adviser: Eveline Teixeira Caixeta Moura. Co-adviser: Iara Gonçalves dos Santos.

Coffee is the second most consumed beverage in the world, with *Coffea arabica* standing out as one of the most widely cultivated species globally. In Brazil, approximately 127 cultivars of *C. arabica* are registered in the National Cultivar Registry (RNC), highlighting the need for characterization studies across different production regions. In this context, the objective of this study was to evaluate the performance of modern cultivars and advanced progenies of *C. arabica* with rust resistance under the edaphoclimatic conditions of Araponga, Minas Gerais, considering agronomic and sensory traits for the estimation of genetic parameters. The experiment was conducted from 2019 to 2024 and included rust-resistant genotypes, as well as the susceptible checks Catuaí Amarelo IAC 62 and Catuaí Vermelho IAC 144. Morphological, productive, and sensory characteristics were assessed. Analyses were performed using mixed models through the REML/BLUP procedure, which enabled the estimation of variance components and the prediction of genotypic values. The results indicated that all evaluated genotypes showed potential for the production of specialty coffees and exhibited significant genotypic variance for most analyzed traits. The identification of genotypes superior to traditional cultivars in terms of productivity, rust resistance, and sensory quality demonstrates the high genetic potential available and reinforces the importance of continuous evaluation in different environments, contributing to the recommendation of materials adapted to the conditions of Araponga-MG and to strengthening the sustainability and competitiveness of Brazilian coffee production.

Keywords: coffee cultivars; beverage quality; *Hemileia vastatrix*; REML/BLUP

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO GERAL	8	
2.	REFERÊNCIAS	9	
CAPÍTULO 1: ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS MORFOAGRONÔMICAS EM CULTIVARES TRADICIONAIS E MODERNAS NA REGIÃO DE ARAPONGA, MINAS GERAIS			13
3.	INTRODUÇÃO.....	14	
4.	MATERIAL E MÉTODOS	16	
4.1.	Descrição do experimento	16	
4.2.	Avaliação fenotípica.....	19	
4.3.	Análise de deviance (ANADEV) individual e conjunta	20	
4.4.	Estimativa de parâmetros genéticos.....	20	
4.4.1.	Análise Individual.....	20	
4.4.2.	Análise Conjunta.....	21	
4.5.	Projeções de ganho em rentabilidade	22	
5.	RESULTADOS	22	
5.1.	Análise individual 2021 a 2024	22	
5.2.	Análise conjunta	24	
5.3.	Predição de produtividade na análise conjunta	26	
5.4.	Custo de oportunidade	27	
6.	DISCUSSÃO	29	
7.	CONCLUSÃO	32	
8.	REFERÊNCIAS	32	
CAPÍTULO 2: ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS SENSORIAL DE CAFÉ EM CULTIVARES TRADICIONAIS E MODERNAS NA REGIÃO DE ARAPONGA, MINAS GERAIS			38
9.	INTRODUÇÃO.....	39	
10.	MATERIAL E MÉTODOS	41	
10.1.	Descrição do experimento	41	
10.2.	Análise Sensorial	43	
10.3.	Análise de deviance (ANADEV) individual e conjunta	44	
10.4.	Estimativa de parâmetros genéticos.....	44	
10.4.1.	Análise Individual.....	44	
10.4.2.	Análise Conjunta.....	44	
11.	RESULTADOS	45	
11.1.	Análise sensorial individual.....	45	
11.2.	Predições para a nota final	47	

11.3.	Análise conjunta	49
11.5.	Nuances Sensoriais dos Cafeeiros Avaliados em Araponga, Minas Gerais .	52
11.6.	Desempenho sensorial dos quatro genótipos modernos mais produtivos em comparação às testemunhas em Araponga-MG	54
12.	DISCUSSÃO	55
13.	CONCLUSÃO	58
14.	REFERÊNCIAS	58
15.	CONCLUSÕES GERAIS	61
ANEXOS - VALORES DE BLUPS PARA AS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, PRODUTIVAS E SENSORIAIS, EM ANÁLISES INDIVIDUAL E CONJUNTA.....		63

1. INTRODUÇÃO GERAL

O cafeeiro, pertencente à família Rubiaceae e ao gênero *Coffea*, conta com aproximadamente 130 espécies conhecidas (Davis; Rakotonasolo, 2021). Dentre elas, apenas *Coffea arabica* e *C. canephora* possuem importância econômica para a produção de café como bebida. *C. canephora* apresenta maior diversidade genética e resistência a condições adversas, sendo amplamente utilizada na formação de *blends* e café solúvel (Freitas et al., 2024; Ribeiro et al., 2014). *C. arabica* destaca-se como a principal espécie cultivada mundialmente por suas características sensoriais peculiares e ampla aceitação no mercado global, caracterizando-se por apresentar menor teor de cafeína e amargor (Teran, 2024).

O cultivo do cafeeiro arábica no país começou no estado do Pará e, posteriormente, expandiu-se para a região Sudeste, onde encontrou condições ambientais mais favoráveis à produção (Torres et al., 2021; Volsi et al., 2019; Carvalho, 2008). No entanto, a base genética da espécie *C. arabica* é estreita, em grande parte devido à sua origem recente, ao modo de reprodução autógama e ao número limitado de genótipos que deram origem às cultivares atualmente cultivadas (Medeiros et al., 2021; Setotaw et al., 2013).

Entretanto, o aumento da demanda, aliado à consequente expansão das áreas de cultivo, trouxe novos desafios para a cafeicultura, especialmente no que se refere ao manejo de pragas e doenças. A ferrugem do cafeeiro, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, é considerada a principal doença da cultura do café, em razão de sua elevada taxa de disseminação e do elevado potencial de perdas produtivas, que podem atingir 50%, quando cultivar suscetível está sendo plantada em condições favoráveis ao patógeno. O impacto negativo está associado principalmente à redução da relação fonte/dreno, uma vez que a doença compromete a área foliar fotossinteticamente ativa (Mariz et al., 2025; Zambolim et al., 2024). Além disso, a necessidade de controle químico eleva significativamente os custos de produção e impacto no ambiente (Salazar-Navarro et al., 2024; Muñoz-Pajares; Várzea; Silva, 2023).

Diante da necessidade de aumentar a produtividade de forma sustentável, impõe à cafeicultura moderna o desenvolvimento de cultivares que reúnam resistência a pragas e doenças, elevado desempenho agrônomico e qualidade sensorial diferenciada (Krishnan et al., 2021). No entanto, os genes de resistência já

identificados em *Coffea arabica* (SH1, SH2, SH4 e SH5) foram suplantados pelas diferentes raças do patógeno (Caixeta; Zambolim, 2021). Em contrapartida, outras espécies possuem genes de resistência à ferrugem, como *Coffea canephora* (SH6, SH7, SH8 e SH9), que ainda se mantêm efetivos, podendo, inclusive, envolver genes adicionais ainda não caracterizados (Zambolim, 2016). Esses genes também estão presentes no Híbrido de Timor, cruzamento natural entre *C. arabica* × *C. canephora*. Assim, o uso do Híbrido de Timor se destaca por reunir genes de resistência herdados de *C. canephora*, aliados às características agrônômicas e sensoriais de *C. arabica* (Zambolim et al., 2024).

Além da resistência a pragas e doenças e do elevado desempenho agrônômico, a qualidade da bebida constitui um critério essencial nos programas de melhoramento genético do cafeeiro. A crescente valorização do mercado de cafés especiais reforça essa necessidade, pois permite ao produtor agregar valor e ampliar a rentabilidade por área cultivada (Ferrão et al., 2021; Voltolini et al., 2025). Nesse cenário, a obtenção de cultivares que combinem produtividade, resistência e atributos sensoriais torna-se estratégica para atender simultaneamente às demandas de sustentabilidade da cafeicultura e às exigências do consumidor por qualidade diferenciada.

Além do desenvolvimento de cultivares modernas que atendam às demandas da cafeicultura, é fundamental a avaliação dos genótipos nas diferentes regiões produtoras do Brasil. Essa abordagem possibilita compreender de forma mais precisa a interação genótipos × ambientes (interação G×A) e, assim, identificar cultivares mais adequadas a cada condição específica. (Voltolini et al., 2025; Rodrigues et al., 2013; Cucolotto et al., 2007). A escolha da cultivar é um fator crucial para o sucesso da atividade, considerando o elevado custo de produção, sobretudo no plantio, de modo que decisões equivocadas podem persistir até a renovação da lavoura, comprometendo a sustentabilidade do sistema produtivo (Voltolini et al., 2025).

Assim, o presente estudo busca caracterizar e demonstrar aos produtores a existência de cultivares modernas capazes de superar as tradicionais em produtividade e resistência a doenças, ao mesmo tempo em que mantêm, ou até mesmo elevam, a qualidade sensorial da bebida.

2. REFERÊNCIAS

- CAIXETA, Eveline Teixeira; ZAMBOLIM, Laércio. An overview of physiological specialization of coffee leaf rust—new designation of pathotypes. *International Journal of Current Research*, v. 13, n. 01, p. 15564–15575, 2021.
- CARVALHO, Carlos Henrique Siqueira. *Cultivares de café: origem, características e recomendações*. Brasília: Embrapa Café, 2008.
- CUCOLOTTO, Mauro et al. Genotype x environment interaction in soybean: evaluation through three methodologies. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 7, n. 3, 2007.
- DAVIS, Aaron P.; RAKOTONASOLO, Franck. Six new species of coffee (*Coffea*) from northern Madagascar. *Kew Bulletin*, v. 76, n. 3, p. 497–511, 2021.
- FERRÃO, Maria Amélia Gava et al. *Indicação de cultivares de café arábica para o estado do Espírito Santo e avaliação comparativa com o conilon em altitude elevada*. Brasília, DF: Embrapa Café, 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1132302/1/Embrapa-Cafe-Circular-Tecnica-6.pdf>. Acesso em: 24 maio. 2025.
- FREITAS, Valdeir Viana et al. Influence of roasting levels on chemical composition and sensory quality of Arabica and Robusta coffee: A comparative study. *Food Bioscience*, v. 59, p. 104171, 2024.
- KRISHNAN, Sarada et al. Vulnerability of coffee (*Coffea* spp.) genetic resources in the United States. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 68, n. 7, p. 2691–2710, 2021.
- Mariz, B.L.; Caixeta, E.T.; Resende, M.D.V.d.; Oliveira, A.C.B.d.; Almeida, D.P.d.; Alves, D.R. Exploring the Genetic Potential for Multi-Resistance to Rust and Other Coffee Phytopathogens in Breeding Programs. *Plants* 2025, 14, 391. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants14030391>
- Medeiros AC, Caixeta ET, Oliveira ACB, Sousa TV, Stock VM, Cruz CD, Zambolim L and Pereira AA (2021) Combining Ability and Molecular Marker Approach Identified Genetic Resources to Improve Agronomic Performance in *Coffea arabica* Breeding. *Front. Sustain. Food Syst.* 5:705278. doi: 10.3389/fsufs.2021.705278

- MUÑOZ-PAJARES, A. J.; VÁRZEA, Vitor; SILVA, Maria Do Céu. The story of coffee: legend and truth. *Trends in Plant Science*, v. 28, n. 5, p. 501–504, 2023.
- RIBEIRO, Bruno Batista et al. Avaliação química e sensorial de blends de *Coffea canephora* Pierre e *Coffea arabica* L. *Coffee Science*, v. 9, n. 2, p. 178–186, 2014.
- RODRIGUES, W. P. et al. Adaptability and genotypic stability of *Coffea arabica* genotypes based on REML/BLUP analysis in Rio de Janeiro State, Brazil. *Genetics and Molecular Research*, v. 12, n. 3, p. 2391–2399, 2013.
- SALAZAR-NAVARRO, Alexis et al. Coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*) disease in coffee plants and perspectives by the disease control. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, v. 93, n. 5, p. 923–949, 2024.
- SETOTAW, Tesfahun Alemu et al. Coefficient of parentage in *Coffea arabica* L. cultivars grown in Brazil. *Crop Science*, v. 53, n. 4, p. 1237–1247, 2013.
- TERAN, Emiliano. Enhancement of Coffee Quality Attributes by Combining Processing Methods and Varieties. *Beverages*, v. 10, n. 1, p. 10, 2024.
- TORRES, Guilherme Almussa Leite; CAMPOS, Cleide Nascimento; SALOMON, Marcus Vinicius; PANTANO, Angélica Praela; ALMEIDA, Julieta Andrea Silva de. *Coffea arabica* L.: history, phenology and climatic aptitude of the state of São Paulo, Brazil. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 88, e00602020, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000602020>.
- Volsi B, Telles TS, Caldarelli CE, Camara MRGd (2019). The dynamics of coffee production in Brazil. *PLoS ONE* 14(7): e0219742. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219742>
- Voltolini, G.B.; Carvalho, G.R.; Andrade, V.T.; Ferreira, A.D.; Raposo, F.V.; Carvalho, J.P.F.; Vilela, D.J.M.; da Silva, C.A.; Costa, J.d.O.; Abreu, G.B.; et al. Agronomic Performance of Irrigated and Rainfed Arabica Coffee Cultivars in the Cerrado Mineiro Region. *Agronomy* 2025, 15, 222. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy15010222>

ZAMBOLIM, Laércio. Current status and management of coffee leaf rust in Brazil. *Tropical plant pathology*, v. 41, n. 1, p. 1–8, 2016.

ZAMBOLIM, Laércio et al. Breeding Programs Against Coffee Leaf Rust in Brazil: A Review. *Journal of Agricultural Science*, v. 16, n. 5, p. 61–74, 2024.

CAPÍTULO 1: ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS MORFOAGRONÔMICAS EM CULTIVARES TRADICIONAIS E MODERNAS NA REGIÃO DE ARAPONGA, MINAS GERAIS

RESUMO

O Brasil é responsável por cerca de 35% da produção mundial de *Coffea arabica*, sendo o principal produtor global dessa espécie. Para manter essa posição de liderança diante dos desafios bióticos e abióticos, os programas de melhoramento genético visam à obtenção de cultivares com maior produtividade e resistência à doença. Este trabalho teve como objetivo caracterizar o desempenho de cultivares modernas e progênies de *C. arabica* nas condições edafoclimáticas de Araponga-MG, analisando características agrônômicas e estimativas de parâmetros genéticos. O experimento foi plantado em 2019 e as avaliações entre 2021 a 2024, avaliando 28 cultivares e progênies avançadas, incluindo Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Vermelho IAC 144 como testemunhas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco repetições. Foram analisadas características agrônômicas vigor vegetativo, ciclo de maturação dos frutos, uniformidade de maturação dos frutos, severidade de ferrugem, severidade de cercosporiose, produtividade e rendimento de grãos. Para análise estatística, utilizou modelo misto, aplicando-se o procedimento REML/BLUP (Máxima Verossimilhança Restrita e Melhor Preditor Linear Não-Viesado). Essa metodologia permitiu estimar os componentes de variância genotípica, valores genotípicos e a herdabilidade no sentido amplo para cada característica avaliada. As análises foram realizadas individualmente por ano e de forma conjunta dos anos. Os resultados mostraram variância genotípica significativa para os genótipos sobre as características avaliadas, confirmando diferenças expressivas entre os genótipos. Na análise individual a herdabilidade em sentido amplo variou de 0,32 a 0,97, para produtividade e severidade de ferrugem, respectivamente. Com relação a análise conjunta os valores dos BLUPs, para a produtividade houve variações consideráveis, com os três melhores genótipos (IPR 100, MGS Paraíso 2 e Oeiras) superando a média geral cerca de 10%, enquanto as testemunhas apresentaram desempenho inferior, com valores em 8% abaixo da média dos 28 genótipos. A identificação de genótipos superiores às cultivares tradicionais, especialmente quanto à resistência à ferrugem e ao desempenho agrônômico, indica grande potencial genético. Portanto,

os resultados reforçam a importância da avaliação contínua de progênies e cultivares em diferentes ambientes, contribuindo para a caracterização e para o fornecimento de subsídios ao produtor na escolha de cultivares adaptadas às condições ambientais específicas, algo essencial para aumentar a sustentabilidade e a competitividade da cafeicultura nacional.

3. INTRODUÇÃO

O café é uma das principais commodities e a segunda bebida mais consumida do mundo (Pancsira, 2022). Em 2024, o agronegócio brasileiro teve um papel fundamental na economia, representando cerca de 23,2% do produto interno bruto (PIB) nacional (CNA; CEPEA, 2025). Nesse contexto, o Brasil se destaca como o maior produtor e exportador mundial de café, que em 2024, superou 50 milhões de sacas de 60 kg exportados. Além disso, o Brasil ocupa a segunda posição entre os países que mais consomem a bebida (CONAB, 2025; Volsi et al., 2019).

Apesar do crescimento nas exportações, a área destinada à produção de café no Brasil tem diminuído ao longo dos anos, passando de 1,99 milhão de hectares em 2016 (Volsi et al., 2019) para 1,85 milhão de hectares em 2025 (CONAB, 2025). No mesmo período, entretanto, a produção expandiu significativamente, saltando de aproximadamente 50 para 55,20 milhões de sacas de 60 kg, um crescimento de 10,4% no período de nove anos (CONAB, 2025; Volsi et al., 2019). Esse aumento na produção é resultado de avanços tecnológicos, incluindo o maior adensamento de plantas por hectare, a modernização do maquinário agrícola, o uso de insumos mais eficientes e o desenvolvimento de cultivares modernas (Voltolini et al., 2025; Frederico, 2013).

Entre esses avanços, a escolha adequada das cultivares de café desempenha um papel essencial no planejamento da lavoura, pois impacta diretamente a produtividade e os custos de produção (Voltolini et al., 2025; Mesquita et al., 2016; Carvalho, 2008). Optar por cultivares resistentes a doenças, como a ferrugem do cafeeiro, fortalece o sistema produtivo ao reduzir a vulnerabilidade das plantas e a necessidade de defensivos agrícolas. Isso torna o cultivo mais sustentável e aumenta a rentabilidade do produtor (Resende et al., 2021). Além disso, a avaliação do desempenho das cultivares em condições específicas de solo, clima e incidência de

doenças é fundamental para compreender seu comportamento e otimizar a produção (Voltolini et al., 2025; Filla et al., 2024).

O controle químico constitui uma das principais estratégias de manejo das doenças em cafeeiros (Zambolim, 2016). No entanto, sua aplicação pode ser comprometida por condições climáticas adversas, como períodos prolongados de chuva, que reduzem a eficiência dos produtos, mas também a eficácia pode ser limitada em cultivares altamente suscetíveis. Além disso, o período de carência frequentemente inviabiliza a aplicação dos defensivos agrícolas próximos ao período de colheita (Lima et al., 2025). Nesse contexto, o uso de cultivares resistentes é mais uma ferramenta estratégica e sustentável, reduzindo a dependência de fungicidas e garantindo maior segurança ao produtor e ao consumidor (Zambolim et al., 2024).

Diante do cenário de intensificação tecnológica e da busca por maior eficiência na cafeicultura, torna-se essencial avaliar a performance das cultivares em diferentes ambientes, ampliando as informações disponíveis sobre os genótipos com resistência à ferrugem. Essa avaliação visa facilitar a escolha de cultivares pelos cafeicultores, mas também fornecer subsídios sobre a variabilidade presente nesses genótipos, informações relevantes para os programas de melhoramento. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico de cultivares registradas e de progênies avançadas de café arábica nas condições de Araponga-MG, região cafeeira das Matas de Minas, contribuindo para a caracterização do comportamento e da performance das cultivares modernas nesse ambiente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Descrição do experimento

O ensaio foi realizado no Sítio Córrego das Cabeças, no município de Araponga (Figura 1), Minas Gerais, Brasil, situado nas coordenadas $20^{\circ}40'05.36''\text{S}$ e $42^{\circ}29'42.56''\text{W}$, a 1.198 metros de altitude. Conforme a classificação climática de Köppen, a região apresenta clima Cwa, com precipitação anual média de 1.340 mm e umidade relativa do ar de 70% (Martins et al., 2018). Os dados meteorológicos de temperatura e precipitação estão representados na Figura 2.

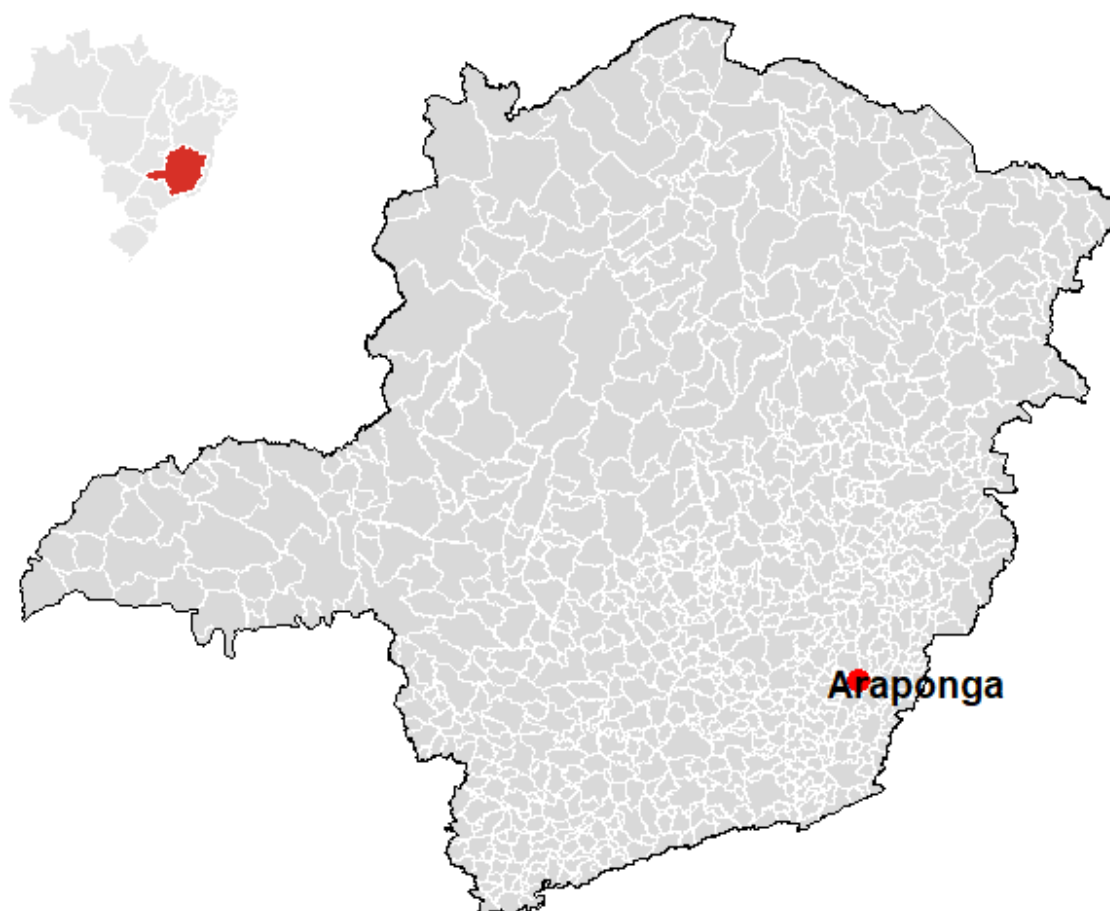


Figura 1. Localização do município Araponga-MG.

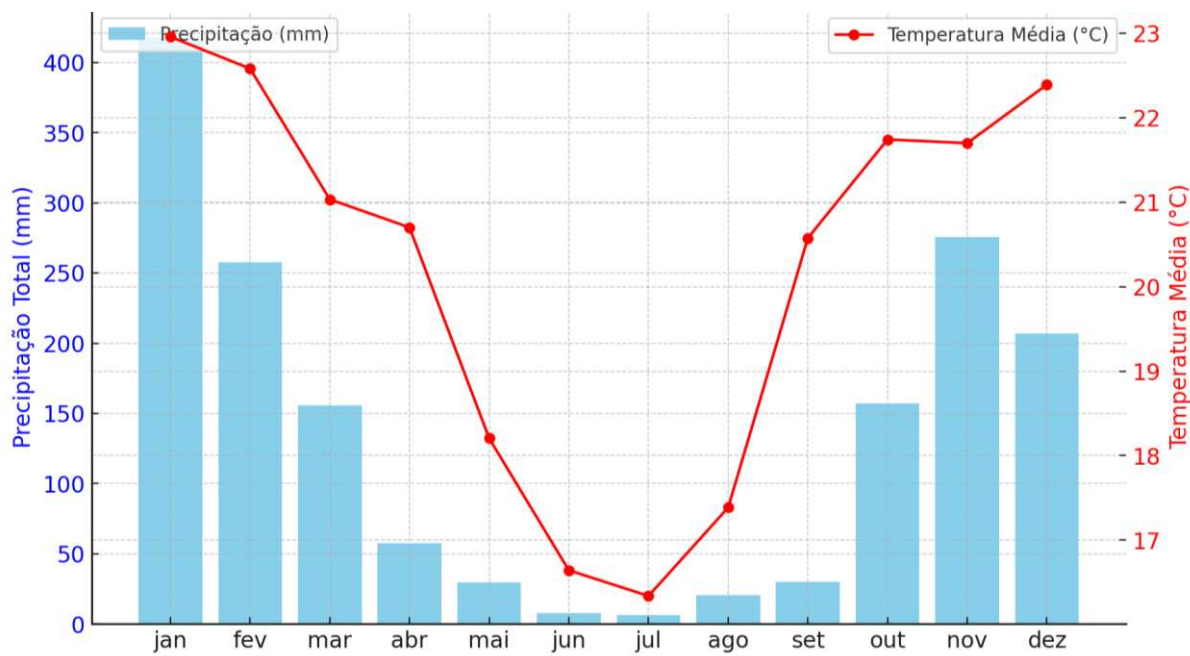


Figura 2. Dados meteorológicos médios de temperatura e precipitação, obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia, estação automática A510 Viçosa-MG, durante o período de 2019 a 2024 em Araponga MG.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos completos casualizados (DBC), com cinco blocos, sendo cada um composto por 28 tratamentos (Tabela 1) dispostos em parcelas de 15 plantas. Os tratamentos correspondem a cultivares e progênies elites resistentes à ferrugem, além de duas testemunhas. Estas foram compostas pelas cultivares tradicionais Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Vermelho IAC 144, ambas suscetíveis à ferrugem e amplamente empregadas pelos produtores das Matas de Minas. Para avaliação, foram consideradas as seis plantas centrais de cada parcela. O plantio foi realizado no espaçamento de 2,8 m entre linhas e 0,7 m entre plantas. Todos os tratamentos culturais foram conduzidos conforme as recomendações técnicas para a cultura (Sakiyama et al., 2015; Ribeiro, 1999).

Tabela 1. Identificação dos tratamentos, Araponga-MG.

Tratamento	Instituição	Resistência à Ferrugem
Catuaí amarelo IAC 62	IAC	Suscetível
Catuaí Vermelho IAC 144	IAC	Suscetível
Acauã Novo CV-8	Fundação Procafé	Resistente

Arara	Fundação Procafé	Resistente
Catuaí Amarelo 24/137	Fundação Procafé	Moderadamente resistente
H514-7-8-3-3-1-3-1-1*	Epamig/Parceiras	Resistente
H514-7-8-3-3-1-10-22*	Epamig/Parceiras	Resistente
Catiguá MG2	Epamig/Parceiras	Resistente
H419-6-2-5-2-14	Epamig/Parceiras	Resistente
H419-6-2-5-3-2	Epamig/Parceiras	Resistente
H419-6-2-5-3-3	Epamig/Parceiras	Resistente
H419-6-2-7-3-10	Epamig/Parceiras	Resistente
IAC 125 RN	IAC	Resistente
Ihcafe-90**	IHCAFE	Resistente
IPR 100	IAPAR-EMATER	Moderadamente resistente
IPR 103	IAPAR-EMATER	Moderadamente resistente
IPR 99	IAPAR-EMATER	Resistente
MGS Ametista	Epamig/Parceiras	Resistente
MGS Aranãs	Epamig/Parceiras	Resistente
MGS Catiguá 3	Epamig/Parceiras	Resistente
MGS Paraíso 2	Epamig/Parceiras	Resistente
H464-5-12-2-2-1-1	Epamig/Parceiras	Resistente
H464-5-12-2-2-2-1	Epamig/Parceiras	Resistente
Oeiras MG6851	Epamig/Parceiras	Moderadamente Resistente
Palma II	Fundação Procafé	Moderadamente Resistente
Sabiá	Fundação Procafé	Moderadamente Resistente
UFV8190***	Epamig/Parceiras	Resistente
UFV8195***	Epamig/Parceiras	Resistente

*Progenies de Catiguá Amarelo. **Catimor – Honduras. ***Sarchimor em geração F7

4.2. Avaliação fenotípica

As sete características agrônômicas dos cafeeiros foram avaliadas entre 2021 a 2024, durante a fase de maturação dos frutos, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Descrição das variáveis fenotípicas avaliadas no experimento conduzido em Araponga, MG.

Variável	Descrição
VIG	Vigor vegetativo (notas de 1 a 10). Nota 1: Planta totalmente depauperada. Nota 10: planta considerada com vigor máximo
UMT	Uniformidade de Maturação dos frutos (Notas de 1 a 4). 1 = uniforme; 2 = medianamente uniforme; 3 = medianamente desuniforme; 4 = desuniforme.
FER	Severidade de ferrugem (Notas de 1 a 5) 1 = ausência de pústulas e reações de hipersensibilidade; 2 = poucas folhas com pústulas sem esporos (“flecks”) e com reações de hipersensibilidade; 3 = poucas pústulas por folha com alta produção de esporos e pouco distribuídas; 4 = média quantidade de pústulas por folha, distribuídas na planta com alta produção de esporos; 5 = alta quantidade de pústulas com alta produção de esporos e alta desfolha da planta. OBS.: Plantas com nota 1 ou 2 = Resistentes; 3 a 5 = Suscetíveis.
CMT	Ciclo de maturação dos frutos (Notas de 1 a 5): 1 = precoce; 2 = média para precoce; 3 = média; 4 = média para tardia; 5 = tardia
CER	Severidade de cercosporiose (Notas de 1 a 5). Nota 1: sem cercóspora; 2 a

	5: folhas com cercóspora (2=pouca e 5=muita)
PROD	Produtividade: produção de café beneficiado por hectare
REND	Rendimento: litros de café colhido na lavoura necessários para produzir uma saca de café de 60kg beneficiado.

4.3. Análise de deviance (ANADEV) individual e conjunta

As análises foram conduzidas no software R, utilizando o pacote Asreml para o ajuste de modelos lineares mistos via REML (Máxima Verossimilhança Restrita). Na análise individual, realizada separadamente para cada ano de avaliação, testou-se a significância do efeito de genótipos, permitindo identificar diferenças entre eles em condições específicas de cada safra. Já na análise conjunta, que reuniu os dados dos quatro anos em um único modelo, foram avaliados tanto os efeitos genótipos quanto a interação genótipos × ambientes (G×A), sendo os anos tratados como diferentes ambientes.

Os componentes de variância foram estimados por meio do método de Máxima Verossimilhança Restrita (REML) para cada característica analisada. As melhores previsões lineares não viesadas (BLUPs) foram obtidas conforme os métodos propostos por (Henderson, 1973; Patterson; Thompson, 1971). A significância desses componentes foi avaliada pelo Teste da Razão de Verossimilhança (LRT), comparando modelos completos e reduzidos.

4.4. Estimativa de parâmetros genéticos

4.4.1. Análise Individual

Foi ajustado um modelo linear misto para cada característica agronômica avaliada (VIG, UMT, FER, CMT, CER, PROD, REND) separadamente para cada ano. O modelo adotado segue a estrutura:

$$y = X\beta + Kb + Zg + e \quad (\text{Modelo 1})$$

Onde y se refere ao vetor de observações agronômicas; β é o vetor fixo da média geral e X é a matriz de incidência associada; b representa os efeitos aleatórios dos

blocos, $b \sim NID(0, I\sigma_b^2)$, onde σ_b^2 é a variância do bloco e K é a matriz associada; g representa os efeitos genotípicos aleatórios, $g \sim N(0, I\sigma_g^2)$, onde σ_g^2 é a variância genotípica e Z a matriz associada; e é o vetor de erros aleatórios (resíduos), $e \sim N(0, I\sigma_e^2)$, onde σ^2 é o componente de variância residual.

A herdabilidade no sentido amplo (H^2) foi então calculada conforme descrito a seguir: $h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma^2/r}$, em que: σ_g^2 = variância genotípica, σ^2 = variância do erro, r = número de repetições (cinco).

4.4.2. Análise Conjunta

Para a análise conjunta, foi ajustado um modelo genético-estatístico para cada característica agrônômica avaliada (VIG, UMT, FER, CMT, CER, PROD, REND), utilizado para estimar os componentes de variância e prever os valores genotípicos. O modelo estatístico utilizado segue a seguinte estrutura:

$$y = X\beta + Zg + Kb + T\Phi + W\rho + e \quad (\text{Modelo 2})$$

Onde y se refere ao vetor de observações agrônômicas; β é o vetor de efeitos fixos do ano somado à média geral, X é a matriz de incidência associada; g representa os efeitos genotípicos aleatórios, $g \sim N(0, I\sigma_g^2)$, onde σ_g^2 é a variância genotípica e Z a matriz associada; b representa os efeitos aleatórios dos blocos dentro de cada ano, $b \sim NID(0, I\sigma_b^2)$, em que σ_b^2 é a variância do bloco; Φ é o vetor aleatório do ambiente, $\Phi \sim N(0, I\sigma_\Phi^2)$, onde σ_Φ^2 é a variância ambiental; ρ é o vetor aleatório da interação genótipo \times ambiente, $\rho \sim N(0, I\sigma_{ga}^2)$, σ_{ga}^2 é a variância associadas às interações genótipo \times ambiente; e é o vetor de erros aleatórios (resíduos), $e \sim N(0, I\sigma_e^2)$, onde σ_e^2 é o componente de variância residual. As matrizes K, T e W representam as matrizes de incidência associadas a esses respectivos efeitos.

A herdabilidade no sentido amplo (h^2) foi então calculada conforme descrito a seguir: $h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_{ga}^2/a + \sigma^2/ar}$ em que: σ_g^2 = variância genotípica, σ^2 = variância do erro, σ_{ga}^2 é a variância associadas às interações genótipo \times ambiente, a=número de anos (quatro) e r = número de repetições (cinco).

4.5. Projeções de ganho em rentabilidade

Foram selecionados os cinco genótipos modernos de melhor desempenho, com base nos valores de BLUPs obtidos na análise conjunta para produtividade. Para cada genótipo, a produtividade média anual foi multiplicada pelo preço da saca de café correspondente a cada ano do estudo, conforme os dados do CEPEA, 2025: R\$ 962,00 (2021), R\$ 1.260,00 (2022), R\$ 953,00 (2023) e R\$ 1.369,00 (2024). A partir desse procedimento, estimou-se a receita bruta por hectare. O mesmo cálculo foi realizado para as testemunhas (cultivares tradicionais), possibilitando a comparação direta entre os genótipos modernos e as cultivares de referência. Em seguida, foi obtido o valor diferencial em reais (R\$), calculado pela diferença entre a receita estimada dos genótipos modernos e a das testemunhas, de modo a evidenciar o ganho econômico associado à adoção das cultivares modernas.

5. RESULTADOS

5.1. Análise individual 2021 a 2024

Ao longo dos quatro anos de avaliação (2021 a 2024) (tabela 3), observaram-se variações consistentes nos parâmetros genotípicos estimados para as características dos genótipos analisados. De modo geral, as cultivares apresentaram variância genotípica (σ^2_g) significativas para a maioria das características ao longo dos anos, destacando o potencial genotípico existente. A característica FER apresentou valores expressivos de σ^2_g , maiores que o residual, em todos os anos ($p < 0,01$), variando de 0,47 em 2023 a 0,94 em 2021, acompanhada de altas herdabilidades (h^2) superiores a 0,88, o que indica forte controle genotípico. Para VIG, houve aumento gradual da σ^2_g de 0,21 em 2021 para 0,39 em 2024, com herdabilidades elevadas em todos os anos (acima de 0,70). UMT manteve herdabilidades também elevadas, variando de 0,40 em 2024 a 0,76 em 2022 e 2023, com σ^2_g significativa em todos os anos. A característica CMT apresentou σ^2_g menores, mas ainda assim significativas, com h^2 entre 0,63 a 0,71.

Para CER, a σ^2_g foi também significativa, com h^2 entre 0,59 e 0,70, demonstrando influência genotípica considerável. A característica PROD apresentou flutuações entre os anos avaliados. Em 2023, a σ^2_g não foi significativo ($p > 0,05$),

resultando em herdabilidade baixa ($h^2 = 0,32$). Em 2024, por outro lado, observou-se σ^2_g significativa e herdabilidade ($h^2 = 0,70$). Já para REND, houve um pico de σ^2_g em 2022 (2924,26) e valores de herdabilidades variando entre 0,59 e 0,80, indicando boa contribuição genotípica na determinação dessa característica, principalmente em 2022 e 2024. As médias ajustadas das características ao longo dos anos mostraram certa constância, exceto para PROD e REND.

Tabela 3. Estimativas de parâmetros genéticos para as características vigor vegetativo (VIG), uniformidade de maturação dos frutos (UMT), severidade de ferrugem (FER), ciclo de maturação dos frutos (CMT), severidade de cercosporiose (CER) produtividade (PROD), Rendimento (REND). Araponga - MG, 2021 a 2024.

Parâmetros Genéticos	VIG	UMT	FER	CMT	CER	PROD	REND
2021							
σ^2_b	0,04	0,07	0,01	0,03	0,01	0,61	884,00
σ^2_g	0,21 **	0,16**	0,94 **	0,06 **	0,09 **	36,86 **	1346 **
σ^2	0,45	0,31	0,31	0,18	0,20	92,04	4641,00
h^2	0,70	0,72	0,94	0,63	0,70	0,66	0,59
Média Ajustada	8,08	2,34	2,12	3,14	1,78	29,04	499,00
2022							
σ^2_b	0,09	0,15	0,01	0,05	0,01	103,06	188,91
σ^2_g	0,31 **	0,22**	0,79 **	0,1 **	0,07 **	33,4 *	2924,26 **
σ^2	0,63	0,34	0,29	0,21	0,18	195,10	3442,52
h^2	0,71	0,76	0,93	0,71	0,65	0,46	0,8

Média Ajustada	7,99	1,97	2,01	2,90	1,83	31,29	433,00
2023							
σ^2_b	0,06	0,12	0,01	0,03	0,01	82,40	8,71
σ^2_g	0,34 **	0,27**	0,47 **	0,14 **	0,06 **	38,09 ns	2762 **
σ^2	0,58	0,43	0,31	0,34	0,22	388,31	4489,00
h^2	0,75	0,76	0,88	0,68	0,59	0,32	0,73
Média Ajustada	7,94	2,49	1,90	3,20	1,72	50,12	465,00
2024							
σ^2_b	0,13	0,02	0,05	0,16	0,05	27,00	612,00
σ^2_g	0,39 **	0,05**	0,87 **	0,16 **	0,1 **	315 **	1322 **
σ^2	0,50	0,37	0,43	0,31	0,35	667,00	3246,00
h^2	0,78	0,40	0,91	0,71	0,59	0,70	0,67
Média Ajustada	7,79	3,31	2,18	3,23	1,86	86,46	370,00

** p < 0,01, * p < 0,05 e ns = não significativo, de acordo com o teste de razão de verossimilhança (LRT) σ^2_b : variância do bloco; σ^2_g : variância genotípica; σ^2 : variância residual; h^2 : herdabilidade no sentido amplo; **Média Ajustada**: média geral do experimento.

5.2. Análise conjunta

Na análise conjunta dos anos de 2021 a 2024 (Tabela 4), as variâncias genotípicas foram significativas para todas as características, com destaque para FER (0,73), REND (1875) e VIG (0,20), evidenciando expressiva contribuição genotípica para a variação fenotípica desses caracteres. As interações genótipo ambiente (σ^2_{ga}) também se mostraram significativas para todas as características, sendo mais

acentuadas em PROD (78) e REND (213), indicando que o desempenho genotípico variou ao longo dos anos.

Os resultados das características fitossanitárias evidenciaram menor severidade de ferrugem para a maioria das cultivares com algum grau de resistência, cuja média foi de 1,92, já as testemunhas apresentaram média de 3,8. Para a severidade cercosporiose, os valores oscilaram entre 1,34 e 2,22, sendo que mais de 75% dos indivíduos apresentaram escores entre 1 e 2. A média observada para as testemunhas foi de 2,0, enquanto para os outros genótipos foi de 1,78.

As herdabilidades no sentido amplo (h^2) evidenciaram potencial do genótipo principalmente para FER (0,97), VIG (0,85) e REND (0,88) e CER (0,79), enquanto para PROD o valor foi (0,43), sugerindo maior influência ambiental (σ^2 335) para essa característica ao longo dos anos.

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros genéticos para as características vigor vegetativo (VIG), uniformidade de maturação dos frutos (UMT), severidade de ferrugem (FER), ciclo de maturação dos frutos (CMT), severidade de cercosporiose (CER), produtividade (PROD) e rendimento (REND), obtidas na análise conjunta dos anos de 2021 a 2024. Araponga - MG.

Parâmetros Genéticos	VIG	UMT	FER	CMT	CER	PROD	REND
2021:2024							
σ^2_a	5,49E-08	0,29	0,01	0,006	2,40E-08	687	2473
$\sigma^2_{b/a}$	0,07	0,09	0,02	0,067	0,02	53	421
σ^2_g	0,2 **	0,1 **	0,73 **	0,06**	0,06 **	27 *	1875 **
σ^2_{ga}	0,04 **	0,06 **	0,03**	0,04 **	0,01 **	78 **	213 **

σ^2	0,5	0,36	0,33	0,25	0,23	335	3955
h^2	0,85	0,71	0,97	0,69	0,79	0,43	0,88
Média Ajustada	7,95	2,53	2,05	3,12	1,80	49,27	444

** $p < 0,01$, * $p < 0,05$ e ns = não significativo, de acordo com o teste de razão de verossimilhança (LRT), σ^2_a : variância ambiental; $\sigma^2_{b/a}$: variância do bloco dentro do ambiente; σ^2_g : variância genotípica; σ^2_{ga} : variância da interação genótipo e ambiente; h^2 : herdabilidade no sentido amplo; **Média Ajustada**: média geral do experimento.

5.3. Predição de produtividade na análise conjunta

Os genótipos apresentaram variabilidade genotípica significativa para produtividade, na análise conjunta ($p < 0,05$) (Tabela 4). Os valores de BLUPs indicaram que 22 genótipos apresentaram produtividade superior às testemunhas. O destaque foi o IPR 100, com produtividade próxima de 55 sc ha^{-1} , enquanto a menor produtividade foi observada para o genótipo H419-6-2-5-3-2, com $42,5 \text{ sc ha}^{-1}$. As testemunhas, por sua vez, apresentaram média de $45,6 \text{ sc ha}^{-1}$ (Figura 3).

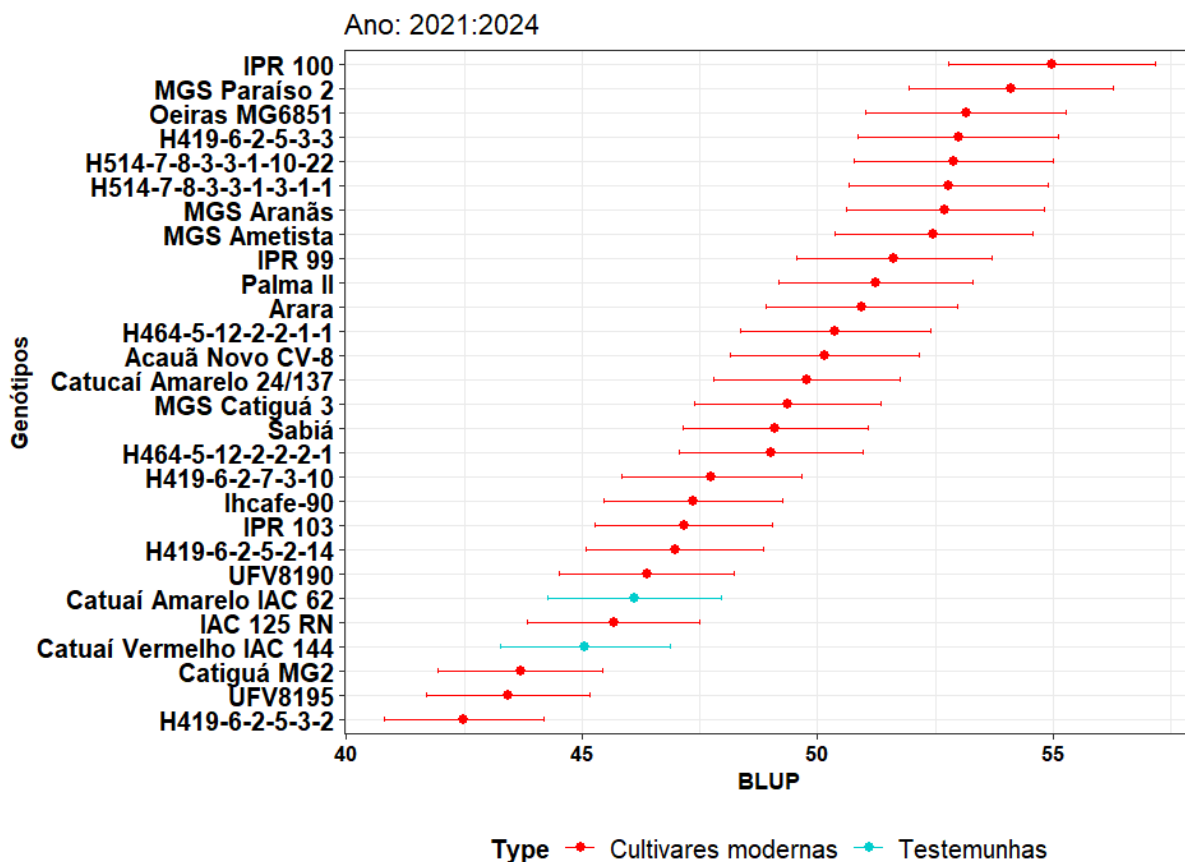


Figura 3. Produtividade estimada por BLUPs em cultivares modernas e testemunhas de café entre 2021 e 2024.

5.4. Custo de oportunidade

Na comparação entre a média da produtividade entre as cultivares tradicionais (testemunhas) e a média das cinco melhores cultivares modernas (Figura 4), de acordo com o ranking obtido na análise conjunta, verificou-se superioridade consistente das cultivares modernas em todos os anos de avaliação. No primeiro ano de produção (2021), a diferença foi de 3,89 sc ha⁻¹, ampliando-se para 8 sc ha⁻¹ em 2022, 9 sc ha⁻¹ em 2023 e alcançando 19 sc ha⁻¹ em 2024. Considerando o valor da saca de café e multiplicando pelas diferenças de produtividade em cada ano, o diferencial econômico acumulado ao longo dos quatro anos foi entorno de R\$ 49.000,00 por hectare em quatro anos. Esses resultados evidenciam o potencial das cultivares modernas em elevar tanto a produtividade quanto a rentabilidade da cafeicultura em comparação às cultivares tradicionais.

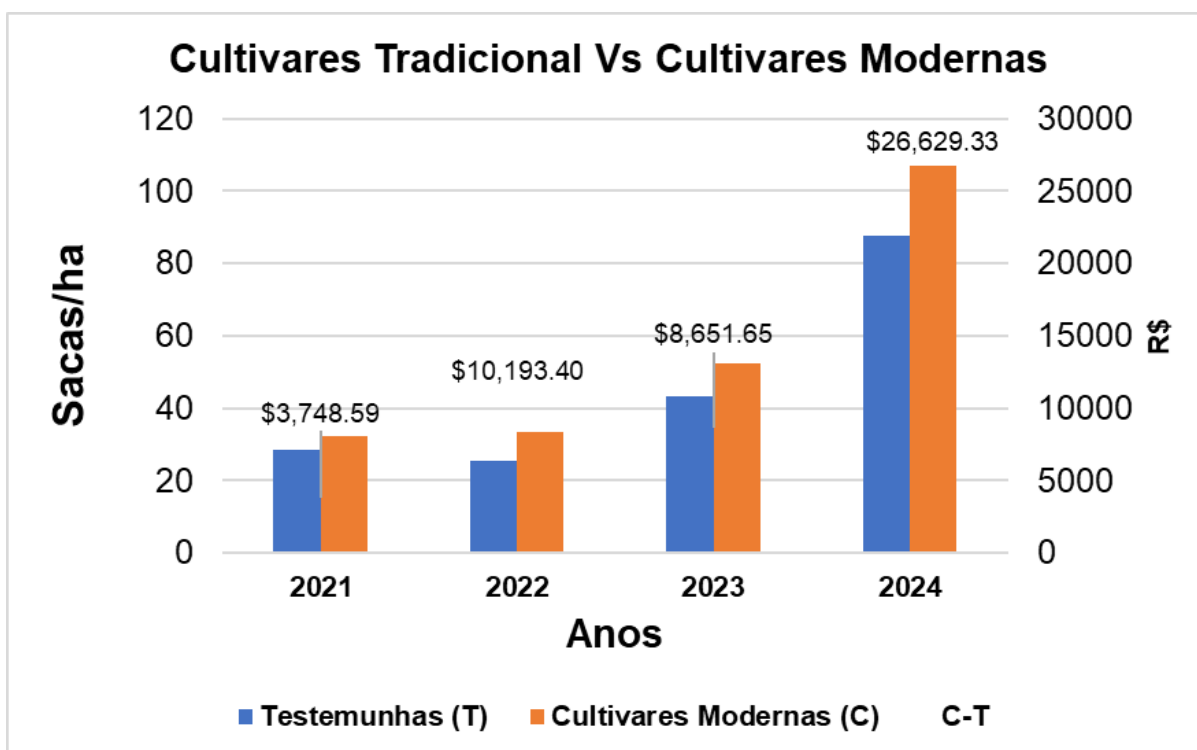


Figura 4. Diferença de produtividade (sacas/ha) e impacto financeiro entre cultivares modernas e tradicionais.

Com relação ao rendimento, volume de café recém-colhido (café da roça) para produzir uma saca de 60 kg de café beneficiado, na umidade de aproximadamente 12% (Figura 5), a média dos 28 genótipos avaliados foi de 444 L/sc, enquanto as testemunhas apresentaram média inferior, 424,25 L/sc. Entre os cinco genótipos com maiores produtividade na análise conjunta (Figura 3), a média foi de 412,82 L/sc, e apenas a cultivar Oeiras MG6851 superou a média das testemunhas, com rendimento mais elevado. O destaque positivo foi o MGS Paraíso 2, que apresentou o menor volume necessário para obtenção de uma saca, com 392,54 L, evidenciando melhor eficiência de rendimento. Em contraste, o IAC 125 RN apresentou o maior valor observado dentre os oitos genótipos presentes na figura 5, necessitando de 507 L para formar uma saca de café beneficiado.

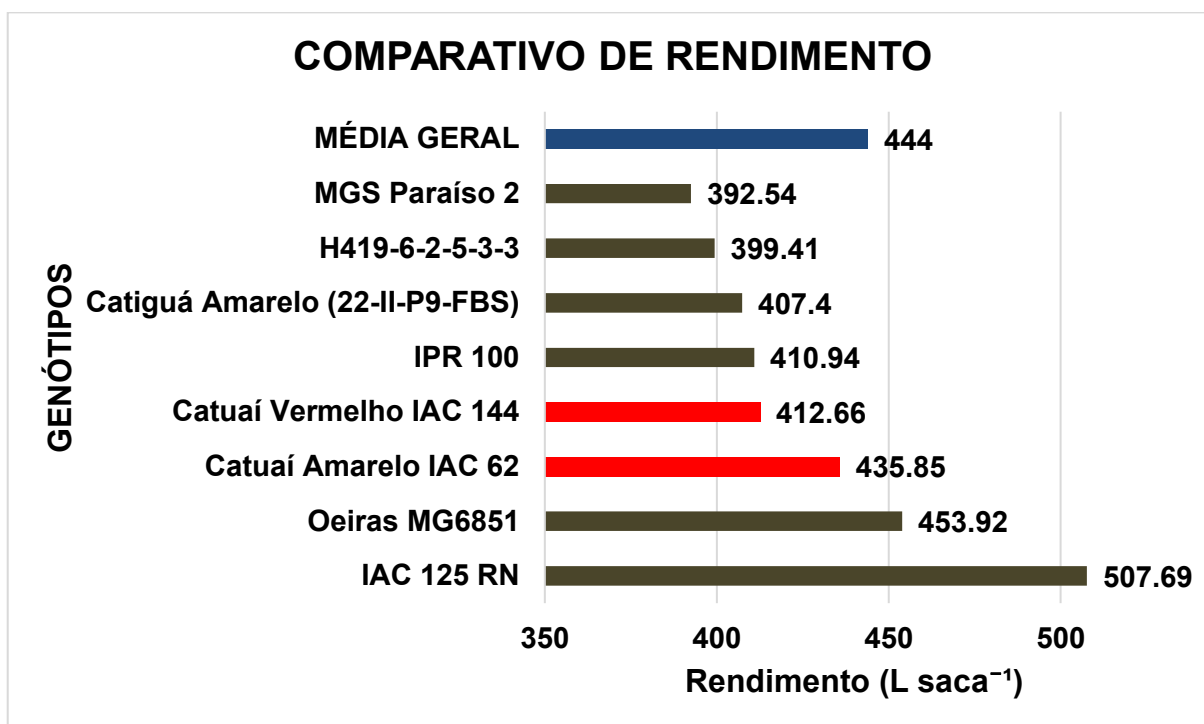


Figura 5. Comparativo do rendimento (L saca⁻¹) entre as testemunhas e os genótipos mais produtivos na análise conjunta.

6. DISCUSSÃO

Neste estudo, as características agrônômicas foram avaliadas ao longo de quatro anos consecutivos (2021 a 2024). Considerando que, segundo Pereira e Silva et al. (2024) e Pereira et al. (2013), quatro medições são suficientes para assegurar elevada acurácia da produtividade (superior a 0,8), a adoção do mesmo número de avaliações neste estudo reforça a robustez dos parâmetros estimados. Dessa forma, a confiabilidade na identificação de indivíduos superiores para as características analisadas favorece o direcionamento de cultivares mais adaptadas às condições de Araponga-MG, resultando em maior eficiência produtiva.

Nesse contexto, a análise dos parâmetros genéticos das cultivares ao longo dos quatro anos de avaliação evidenciou variabilidade genotípica para a maioria das características avaliadas, o que possibilita a recomendação mais precisa de cultivares adaptadas à região do estudo (Voltolini et al., 2025). De modo geral, a variância residual (σ^2) foi superior à variância genotípica (σ^2_g), indicando maior influência dos fatores ambientais sobre a expressão das características avaliadas.

A produtividade (PROD), conforme amplamente relatado na literatura (Carvalho et al., 2019; Rodrigues et al., 2013), apresenta natureza quantitativa e elevada

sensibilidade às variações ambientais. Tal comportamento foi confirmado pelas oscilações expressivas da variância genotípica (σ^2_g) e da herdabilidade observadas na análise individual ao longo dos anos. Em 2023, verificou-se baixa herdabilidade, em concordância com os resultados de Feitosa et al., (2024). Em 2024, o valor estimado foi de 0,7, indicando maior contribuição genotípica para a expressão do caráter. Essa elevada herdabilidade encontrada na análise dos dados coletado em 2024 pode estar associada à ampla variação entre as médias ajustadas dos tratamentos, que oscilaram de 61 a 113 sc ha⁻¹, nos genótipos IAC 125 RN e IPR 100, respectivamente.

Na análise conjunta, embora a variância genotípica para PROD tenha sido significativa, a herdabilidade estimada foi moderada (0,43), reflexo da elevada variação ambiental e da interação genótipo × ambiente. Esse valor é muito próximo ao reportado por Moreira et al. (2022), que encontraram herdabilidade de 0,38 para produtividade ao longo de sete safras consecutivas, reforçando o papel marcante dos fatores ambientais na expressão desse caráter (Moreira et al., 2022; Carvalho et al., 2019; Rodrigues et al., 2013).

Diante desse cenário, os programas de melhoramento do cafeeiro têm disponibilizado cultivares de elevado potencial agrônomo, sobretudo em termos de produtividade, resistência a pragas e doenças (Mariz et al., 2025; Ferrão et al., 2024; Barbosa et al., 2020). No entanto, a interação genótipo × ambiente (G×A) faz com que o desempenho dessas cultivares varie conforme as condições ambientais, tornando a recomendação de cultivares específicos para cada ambiente uma estratégia promissora para a cafeicultura brasileira (Voltolini et al., 2025). Ademais, para que esses novos genótipos sejam efetivamente adotados pelos produtores, é fundamental o conhecimento detalhado de seu comportamento agrônomo em diferentes regiões produtoras (Voltolini et al., 2025; Rodrigues et al., 2013).

Os cinco genótipos superiores em produtividade, identificados na classificação da análise conjunta, apresentaram, em média, produtividade de 8,5 sacas ha⁻¹ acima das testemunhas, o que representa um incremento superior a 18%. Esse desempenho demonstra que o produtor pode aumentar a produção sem ampliar a área cultivada, resultando em maior eficiência no uso dos recursos e incremento da rentabilidade da propriedade. De acordo com o estudo, em apenas quatro anos de avaliação, a diferença acumulada entre a média de produtividade das cinco cultivares modernas mais produtivas e a média das testemunhas resultou em um ganho econômico de

aproximadamente R\$ 49 mil por hectare. Esse resultado evidencia o expressivo impacto financeiro da adoção de genótipos superiores. Além disso, as cultivares modernas apresentam potencial para reduzir os custos de produção, uma vez que exibem menor incidência de doenças e maior rendimento. Esses fatores resultam na redução dos gastos com controle fitossanitário e com as operações de colheita, contribuindo diretamente para o aumento da rentabilidade da propriedade rural. Em contraste, a cultivar IAC 125 RN, amplamente utilizada na região do Cerrado mineiro, demandou 507 L sc⁻¹, o que implica custos operacionais superiores quando comparada às demais cultivares.

Na análise da severidade de ferrugem e de cercosporiose, observou-se elevado controle genotípico, sobretudo para a ferrugem, em que a variância genotípica apresentou maior expressão em relação a σ^2 e σ^2_{ga} , evidenciando a predominância do componente genotípico. Como consequência, a herdabilidade estimada foi de 0,97, valor próximo aos reportados por Feitosa et al., 2024 e Merga; Mohammed; Ayano, 2021, de 0,99 e 0,88, respectivamente. Ressalta-se que a herdabilidade em sentido amplo (h^2) é um parâmetro específico da população, sendo esperado que apresente valores elevados para FER, uma vez que a resistência à ferrugem do cafeeiro é controlada por poucos genes, herança monogênica ou oligogênica (Feitosa et al., 2024).

As características VIG, UMT, CMT e REND apresentaram alta herdabilidade, e a variância genotípica foi superior à variância da interação genótipo × ambiente, o que reforça a existência de diferenças genéticas consistentes entre os genótipos avaliados. Em geral, genótipos mais vigorosos tendem a expressar maior capacidade produtiva, uma vez que apresentam menor impacto de doenças e maior adaptação às condições de cultivo (Barbosa et al., 2019; Severino et al., 2002). A característica UMT assume grande importância por facilitar os tratos culturais, quanto maior a uniformidade de maturação dos frutos em uma mesma planta, maior a possibilidade de realizar colheitas completas, reduzindo custos associados à colheita seletiva (Botega et al., 2025; Partelli et al., 2021). Essa uniformidade é particularmente relevante para produtores que buscam cafés de alta qualidade sensorial, uma vez que aumenta a proporção de frutos cereja, favorecendo a obtenção de bebidas superiores. A característica CMT contribui para a otimização da mão de obra, pois permite escalonar a produção ao longo do período de colheita, possibilitando melhor

planejamento e eficiência no uso dos recursos disponíveis (Miranda; Drumond; Ronchi, 2020).

A presença significativa da interação genótipo × ano reforça a importância de se avaliar os genótipos em diferentes anos, sobretudo para caracteres como produtividade e rendimento, que apresentaram maior instabilidade ao longo do tempo (Voltolini et al., 2025). Tal interação pode comprometer a previsibilidade do desempenho genotípico e, portanto, não deve ser desconsiderada. Nesse contexto, torna-se essencial o emprego de metodologias estatísticas capazes de separar de forma eficiente os efeitos genotípicos dos ambientais. Entre elas, destaca-se o uso de modelos mistos baseados na máxima verossimilhança restrita e na melhor predição linear não viesada (REML/BLUP), amplamente utilizados em programas de melhoramento genético do cafeeiro por fornecerem estimativas acuradas dos componentes de variância e valores genotípico preditos com maior confiabilidade (Resende, 2016; Resende et al., 2001).

7. CONCLUSÃO

Nas condições de Araponga, MG, as cultivares modernas apresentaram desempenho superior em relação às tradicionais para a maioria das características agronômicas avaliadas, destacando-se pela menor incidência de doenças, maior produtividade e maior rendimento. Os novos genótipos avaliados demonstram elevado potencial agrônomico e configuram-se como alternativas promissoras para essa região das Matas de Minas. Nesse contexto, este estudo contribui para a caracterização do comportamento agrônomico dessas cultivares em Araponga, fornecendo informações relevantes para produtores e demais profissionais da cafeicultura local, as quais podem subsidiar de forma efetiva o processo de tomada de decisão.

8. REFERÊNCIAS

BARBOSA, Ivan de Paiva; COSTA, Weverton Gomes da; NASCIMENTO, Moysés; CRUZ, Cosme Damião; OLIVEIRA, Antônio Carlos Baião de. Recommendation of *Coffea arabica* genotypes by factor analysis. *Euphytica*, v. 215, n. 178, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2499-x>

- BARBOSA, Ivan de Paiva; NASCIMENTO, Moysés; COSTA, Weverton Gomes da; CRUZ, Cosme Damião; OLIVEIRA, Antônio Carlos Baião de. Simultaneous selection in *Coffea arabica* for yield, rust resistance and coffee quality. *Euphytica*, v. 216, n. 68, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-020-02704-9>.
- BOTEGA, Gustavo Pucci; ABRAHÃO, Juliana Costa de Rezende; BOTELHO, Thiago Tavares; BOTELHO, Cesar Elias; SALVADOR, Guilherme Soares; GONÇALVES, Flávia Maria Avelar. Sample size estimation of fruit maturation for Arabica's coffee. *Bragantia*, Campinas, v. 84, e20240230, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20240230>
- CARVALHO, Carlos Henrique Siqueira. Cultivares de café: origem, características e recomendações. Brasília: Embrapa Café, 2008.
- CARVALHO, Gladyston Rodrigues. Cafeicultura do Cerrado. Belo Horizonte, MG: Epamig, 2021.
- CARVALHO, Humberto Fanelli et al. Selection and genetic parameters for interpopulation hybrids between kouilou and robusta coffee. *Bragantia*, v. 78, p. 52–59, 2019.
- CEPEA, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Indicador do café arábica CEPEA/ESALQ. 2025. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/indicador/cafe.aspx>. Acesso em: 24 set. 2025.
- CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Indicador do café arábica CEPEA/ESALQ**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2025. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/indicador/cafe.aspx>. Acesso em: 24 set. 2025.
- CNA, Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil; CEPEA, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. PIB do agronegócio registra crescimento de 6,49% no primeiro trimestre de 2025. Brasília; Piracicaba: CNA; Cepea/USP, 2025. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/upload/kceditor/files/ct-pib-do-agro-17jun25.pdf>. Acesso em: 24 set. 2025.

- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de café: – Safra 2025 – 3o Levantamento. Brasília: Conab, 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-cafe/3o-levantamento-de-cafe-safra-2025/boletim-cafe-setembro-2025>>. Acesso em: 24 set. 2025.
- FEITOSA, Francielle de Matos et al. Gene pyramiding for achieving enhanced disease and insect multiple resistance in *Coffea arabica*. *Crop Science*, v. 64, n. 5, p. 2736–2747, 2024.
- FERRÃO, Maria Amélia G.; FONSECA, Aymbire F. A. da; VOLPI, Paulo S.; SOUZA, Lucimara C. de; COMÉRIO, Marcone; VERDIN FILHO, Abraão C.; RIVA-SOUZA, Elaine M.; MUNOZ, Patricio R.; FERRÃO, Romário G.; FERRÃO, Luís Felipe V. Genomic-assisted breeding for climate-smart coffee. *The Plant Genome*, [S.l.], v. 17, e20321, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/tpg2.20321>
- FILLA, Vinícius Augusto et al. Agronomic performance of Arabica coffee cultivars for the low-altitude region. *The Journal of Agricultural Science*, v. 162, n. 6, p. 584–595, 2024.
- FREDERICO, Samuel. Cafeicultura científica globalizada e as montanhas capixabas: a produção de café arábica nas regiões do Caparaó e Serrana do Espírito Santo. *Sociedade & Natureza*, v. 25, n. 1, p. 7–20, 2013.
- HENDERSON, Charles R. Sire evaluation and genetic trends. *Journal of Animal Science*, v. 1973, n. Symposium, p. 10–41, 1973.
- LIMA, Andreisa Fabri et al. Evaluating coffee genotypes for resistance to coffee leaf rust in Brazil. *Tropical Plant Pathology*, v. 50, n. 1, p. 2, 2025.
- MARIZ, Bruna Lopes et al. Exploring the Genetic Potential for Multi-Resistance to Rust and Other Coffee Phytopathogens in Breeding Programs. *Plants*, v. 14, n. 3, p. 391, 2025.
- MARTINS, Fabrina Bolzan et al. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: cenário atual e projeções futuras. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 1, p. 129–156, 2018.

- MERGA, Dawit; MOHAMMED, Hussein; AYANO, Ashenafi. Estimation of genetic variability, heritability and genetic advance of some Wollega coffee (*Coffea arabica* L.) landrace in Western Ethiopia using quantitative traits. *Journal of Plant Sciences*, v. 9, n. 4, p. 182–191, 2021.
- MESQUITA, Carlos Magno de et al. *MANUAL DO CAFÉ: IMPLANTACAO DE CAFEZAIS*. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016.
- MIRANDA, Felipe Rodrigues; DRUMOND, Luis Cesar Dias; RONCHI, Cláudio Pagotto. Synchronizing coffee blossoming and fruit ripening in irrigated crops of the Brazilian Cerrado Mineiro Region. *Australian Journal of Crop Science*, v.14, n.4,p. 605–613, 2020.
- Moreira, P.C.; de Rezende Abrahão, J.C.; Porto, A.C.d.M.; Nadaleti, D.H.S.; Gonçalves, F.M.A.; Carvalho, G.R.; Botelho, C.E. Progeny Selection to Develop a Sustainable Arabica Coffee Cultivar. *Agronomy* 2022, 12, 1144. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051144>
- PANCSIRA, János. International Coffee Trade: a literature review. *Journal of Agricultural informatics*, v. 13, n. 1, 2022.
- PARTELLI, Fábio Luiz et al. Proportion of ripe fruit weight and volume to green coffee: Differences in 43 genotypes of *Coffea canephora*. *Agronomy Journal*, v. 113, n. 2, p. 1050–1057, 2021.
- PATTERSON, H. Desmond; THOMPSON, Robin. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. *Biometrika*, v. 58, n. 3, p. 545–554, 1971.
- PEREIRA E SILVA, Maria Gabriela et al. Germplasm characterization of *Coffea arabica* L. accessions based on agronomic traits. *Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 19, n. 4, 2024.
- PEREIRA, Thamiris Bandoni et al. Eficiência da seleção de progênies de café F4 pela metodologia de modelos mistos (REML/BLUP). *Bragantia*, v. 72, n. 3, p. 230–236, 2013.

- RESENDE, Marcos Deon Vilela de et al. Estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. *Bragantia*, v. 60, p. 185–193, 2001.
- RESENDE, Marcos Deon Vilela de. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 16, n. 04, p. 330–339, 2016.
- RESENDE, M. D. V. *Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes*, 2002.
- Resende, M.L.V.; Pozza, E.A.; Reichel, T.; Botelho, D.M.S. Strategies for Coffee Leaf Rust Management in Organic Crop Systems. *Agronomy* 2021, 11, 1865. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091865>
- RIBEIRO, Antonio Carlos. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais*, 1999.
- RODRIGUES, W. P. et al. Adaptability and genotypic stability of *Coffea arabica* genotypes based on REML/BLUP analysis in Rio de Janeiro State, Brazil. *Genetics and Molecular Research*, v. 12, n. 3, p. 2391–2399, 2013.
- RONCHI, Cláudio Pagotto et al. Morfologia radicular de cultivares de café arábica submetidas a diferentes arranjos espaciais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, p. 187–195, 2015.
- SAKIYAMA, N. et al. *Café arábica do plantio a colheita*. Viçosa: Editora UFV, 316 p. 2015.
- SEVERINO, Liv Soares et al. Associações da produtividade com outras características agronômicas de café (*Coffea arabica* L. “Catimor”). *Acta Scientiarum*, v. 24, n. 5, p. 1467–1471, 2002.
- Volsi B, Telles TS, Caldarelli CE, Camara MRGd(2019) The dynamics of coffee production in Brazil. *PLoS ONE* 14(7): e0219742. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219742>

Voltolini, G.B.; Carvalho, G.R.; Andrade,V.T.; Ferreira, A.D.; Raposo,F.V.; Carvalho, J.P.F.; Vilela, D.J.M.; da Silva, C.A.; Costa, J.d.O.; Abreu,G.B.; et al. Agronomic PerformanceofIrrigated and Rainfed Arabica Coffee Cultivars in the Cerrado Mineiro Region. *Agronomy* 2025, 15, 222. <https://doi.org/10.3390/agronomy15010222>

ZAMBOLIM, Laércio. Current status and management of coffee leaf rust in Brazil. *Tropical plant pathology*, v. 41, n. 1, p. 1–8, 2016.

ZAMBOLIM, Laércio et al. Breeding Programs Against Coffee Leaf Rust in Brazil: A Review. *Journal of Agricultural Science*, v. 16, n. 5, p. 61–74, 2024.

CAPÍTULO 2: ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS SENSORIAL DE CAFÉ EM CULTIVARES TRADICIONAIS E MODERNAS NA REGIÃO DE ARAPONGA, MINAS GERAIS

RESUMO

A comercialização de cafés especiais tem crescido nos últimos anos, impulsionada pela demanda crescente e pelo potencial de agregar valor à saca de café em mais de 100% em relação à commodity, especialmente em regiões como as Matas de Minas, cujo clima favorece a produção de cafés diferenciados. Considerando a interação genótipo × ambiente, que pode conferir singularidade aos grãos, este trabalho teve como objetivo caracterizar o desempenho de cultivares modernas e progênies avançadas de *Coffea arabica* nas condições edafoclimáticas de Araponga-MG, com ênfase na análise sensorial e em estimativas de parâmetros genéticos. As avaliações sensoriais foram realizadas em 2022 e 2023, seguindo o protocolo da SCA, com frutos cereja processados por via úmida de 22 cultivares e progênies, incluindo as testemunhas Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Vermelho IAC 144, sendo as provas de xícara conduzidas em triplicata. As características avaliadas incluíram acidez, doçura, corpo, finalização, nota final e nuances. Os dados foram analisados utilizando modelos lineares mistos via REML/BLUP para estimar componentes de variância genotípica, valores genotípicos e herdabilidade em sentido amplo. A análise individual revelou variabilidade entre os genótipos, enquanto a análise conjunta não indicou variância genotípica significativa em função da elevada interação genótipo × ambiente. Contudo, todos os genótipos apresentaram notas finais acima de 80 pontos, atendendo ao padrão de cafés especiais, com baixa incidência de defeitos, fermentação e grãos verdes que poderiam comprometer a qualidade. Esses resultados reforçam a importância da avaliação contínua de cultivares e progênies em diferentes ambientes e demonstram o potencial dos genótipos modernos em produzir café especial, possibilitando a produção de cafés únicos em decorrência da interação genótipo × ambiente.

9. INTRODUÇÃO

O café é uma das principais commodities do Brasil, que ocupa posição de destaque tanto na produção quanto no consumo. O país é o maior produtor global e o segundo maior consumidor da bebida, atrás apenas dos Estados Unidos (Brasil, 2023; Cruz Correia et al., 2024). No ano de 2025, a produção brasileira foi estimada em cerca de 55,2 milhões de sacas de 60 kg, das quais aproximadamente 35,1 milhões correspondem ao café arábica e 20,1 milhões ao café canephora (CONAB, 2025). Em termos mundiais, o Brasil responde por cerca de 35 % da produção global de café arábica (Brasil, 2025). Esses números evidenciam a relevância da cafeicultura para a economia nacional.

O café arábica corresponde a quase 80% da área brasileira destinada à cafeicultura (CONAB, 2025) e é a espécie mais valorizada no mercado em razão de suas características sensoriais, que incluem maior complexidade aromática, acidez equilibrada e doçura pronunciada (Fioresi et al., 2023; Ribeiro et al., 2014). Esses atributos conferem qualidade diferenciada à bebida, tornando o arábica a principal referência mundial e o ponto de partida para a consolidação do mercado de cafés especiais (Lima et al., 2020).

O termo café especial refere-se a um produto com características sensoriais peculiares e complexas, associadas à qualidade da bebida, ao tipo de preparo, à origem e à história dos plantios, além de sua oferta limitada e superioridade em relação aos cafés tradicionais, como a ausência de defeitos (Marie et al., 2024; Barbosa et al., 2019). De forma mais objetiva, segundo o protocolo da Specialty Coffee Association (SCA), um café é classificado como especial quando atinge 80 pontos ou mais, em uma escala de 0 a 100, baseada na avaliação de atributos sensoriais (SCAA, 2015). Para alcançar esse padrão, é necessário adotar práticas criteriosas em todas as etapas da cadeia produtiva, desde a escolha de áreas de cultivo adequadas e de cultivares adaptadas até os processos de colheita e pós-colheita, os quais influenciam diretamente a qualidade final da bebida (Nadaleti et al., 2022; Lima et al., 2020).

Entre os fatores que influenciam a qualidade da bebida, a altitude destaca-se como um dos principais. De acordo com Barbosa et al. 2012, existe uma relação direta entre cafés de maior qualidade e as regiões mais elevadas onde são produzidos, apresentando tendência a obter melhores avaliações sensoriais. Isso ocorre porque ambientes de elevada altitude favorecem a maturação mais lenta dos frutos,

possibilitando maior acúmulo de açúcares e de compostos aromáticos. Como resultado, obtêm-se cafés com maior complexidade sensorial, acidez equilibrada e doçura pronunciada, atributos altamente valorizados no mercado de cafés especiais (Worku et al., 2018). Paralelamente, o desenvolvimento e a adoção de genótipos modernos, que conciliam resistência a doenças, como a ferrugem do cafeeiro, com elevado potencial produtivo e qualidades sensoriais superiores, têm se consolidado como estratégias essenciais para promover a sustentabilidade da cafeicultura e ampliar a diversidade de perfis sensoriais disponíveis aos consumidores (Almeida et al., 2021).

O mercado de cafés especiais tem apresentado crescimento e, até 2030, a projeção é de que atinja mais de 150 bilhões de dólares em vendas (Brainy Insights, 2024). Consumidores em diferentes partes do mundo têm demonstrado maior disposição em pagar preços superiores por bebidas que apresentam atributos sensoriais diferenciados (Lima et al., 2020). Nesse contexto, o Brasil, além de ser o maior produtor e exportador de café do mundo (Brasil, 2023), tem ampliado sua participação no segmento de cafés especiais, explorando de forma estratégica e econômica a interação genótipo × ambiente. Essa abordagem possibilita a produção de cafés únicos, com perfis sensoriais diferenciados, direcionados a nichos de mercado de maior valor agregado (Barbosa et al., 2020). Essa interação explica o motivo da mesma cultivar apresentar notas sensoriais contrastantes quando produzida em regiões distintas, reforçando a importância de avaliar e recomendar cultivares adaptados a cada ambiente, sobretudo, para a produção de cafés especiais (Voltolini et al., 2025; Barbosa et al., 2019).

Minas Gerais ocupa posição de destaque na cafeicultura nacional, sendo responsável por aproximadamente 70% da produção brasileira de café arábica (CONAB, 2025). Nesse cenário, a região das Matas de Minas se destaca como um dos polos produtores do estado, caracterizada por relevo montanhoso, altitudes elevadas e condições climáticas favoráveis à produção de cafés especiais. A cafeicultura local é majoritariamente de arábica, conduzida em grande parte por pequenos agricultores (Matas de Minas, 2024; Zaidan et al., 2017; Alves et al., 2011), cuja dedicação tem consolidado a reputação da região no mercado nacional e internacional. Um exemplo desse reconhecimento ocorreu em 2024, quando um leilão de cafés das Matas de Minas registrou a arrematação de sacas por até R\$7.000,

evidenciando o prestígio e o potencial de mercado dos grãos da região (Matas de Minas, 2024).

O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar o desempenho sensorial de diferentes cultivares de café arábica com resistência à ferrugem do cafeeiro, com ênfase na estimativa de parâmetros genéticos associados à qualidade da bebida, para atender às exigências do mercado de cafés especiais.

10. MATERIAL E MÉTODOS

10.1. Descrição do experimento

O ensaio foi realizado no Sítio Córrego das Cabeças, no município de Araponga, MG - Brasil. Cujas coordenadas são 20° 40' 05.36" S e 42° 29' 42.56" W, a 1.198 metros de altitude. Conforme a classificação climática de Köppen, a região apresenta clima Cwa, com precipitação anual média de 1.340 mm e umidade relativa do ar de 70% (Martins et al., 2018). Os dados meteorológicos de temperatura e precipitação foram obtidos da estação meteorológica de Viçosa, MG (FIGURA 1).

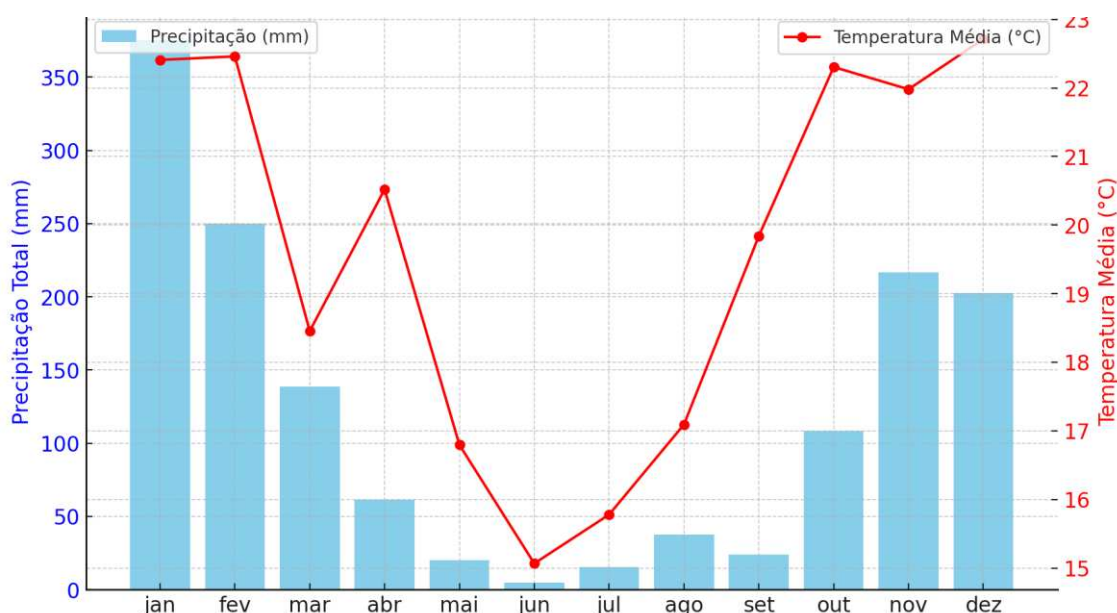


Figura 1: Dados meteorológicos médios de temperatura e precipitação, obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia, estação automática A510 Viçosa-MG, durante o período de 2022 a 2023 em Araponga MG.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com cinco repetições, sendo cada um composto por 22 tratamentos, que correspondem às cultivares, progênies e testemunhas (Tabela 1), dispostos em parcelas de 15 plantas. Para avaliação, foram consideradas as seis plantas centrais de cada parcela. Os genótipos avaliados representam cultivares modernas e resistentes à ferrugem. Como testemunhas, foram utilizadas as cultivares tradicionais Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Vermelho IAC 144, ambas suscetíveis à ferrugem e amplamente cultivada na região das Matas de Minas. O plantio foi realizado com espaçamento de 2,8 m entre linhas e 0,7 m entre plantas. Os tratos culturais foram conduzidos conforme as recomendações técnicas para a cultura, exceto a aplicação de fungicida (Sakiyama et al., 2015; Ribeiro, 1999).

Tabela 1. Identificação dos Tratamentos, Araponga-MG.

Tratamento	Instituição	Resistência à Ferrugem
Catuaí amarelo IAC 62	IAC	Suscetível
Catuaí Vermelho IAC 144	IAC	Suscetível
Acauã novo CV-8	Fundação procafé	Resistente
Arara	Fundação Procafé	Resistente
Catuaí Amarelo 24/137	Fundação procafé	Moderadamente resistente
H514-7-8-3-3-1-3-1-1*	Epamig + parceiros	Resistente
H514-7-8-3-3-1-10-22*	Epamig + parceiros	Resistente
Catiguá MG2	Epamig + Parceiros	Resistente
H419-6-2-5-2-14	Epamig + parceiros	Resistente
H419-6-2-3-4-10	Epamig + parceiros	Resistente
H419-6-2-7-3-2	Epamig + parceiros	Resistente
IAC 125 RN	IAC	Resistente
IPR 100	IAPAR-EMATER	Moderadamente resistente
IPR 103	IAPAR-EMATER	Moderadamente resistente

IPR 99	IAPAR-EMATER	Resistente
MGS Ametista	Epamig + parceiros	Resistente
MGS Aranãs	Epamig + parceiros	Resistente
MGS Catiguá 3	Epamig + parceiros	Resistente
MGS Paraíso 2	Epamig + parceiros	Resistente
H464-5-12-2-2-1-1	Epamig + parceiros	Resistente
Oeiras MG6851	Epamig + Parceiros	Moderadamente Resistente
UFV8190***	Epamig + parceiros	Resistente

*Progênies de Catiguá Amarelo. **Catimor – Honduras. ***Sarchimor em geração F7

10.2. Análise Sensorial

Para a análise sensorial dos genótipos, os frutos foram colhidos no período da manhã e, posteriormente, encaminhados para o processamento pós-colheita no mesmo dia, no período da tarde. O processamento adotado foi o via úmida, no qual os frutos foram classificados em três categorias: boia, cereja e verde, de acordo com sua densidade e grau de maturação. Apenas os grãos cerejas foram submetidos ao processo de descascamento e desmucilado. Em seguida, todas as amostras foram dispostas em terreiros suspensos com fundo telado, onde permaneceram em secagem ao sol até atingirem teor de umidade próximo a 11%. Após a secagem, os lotes foram armazenados por um período de descanso (30 a 40 dias). Após este período, as amostras de café foram beneficiadas, preparadas e enviadas para análise sensorial conforme protocolo da Specialty Coffee Association - SCA (SCAA, 2015), conduzida por provadores certificados (Q-Graders), em triplicada durante os anos 2022 e 2023.

Com base nessa avaliação, foram gerados os laudos sensoriais de cada amostra, contendo a nota final da bebida, e a descrição de nove categorias sensoriais principais: adocicado, castanha, chocolate, especiarias, fermentado, floral, frutado, herbáceo e defeitos. Os laudos também incluíam atributos secundários relacionados a cada categoria principal. Por exemplo, dentro da categoria adocicado, estavam descritores como caramelo, açúcar mascavo, garapa, mel e melado.

10.3. Análise de deviance (ANADEV) individual e conjunta

As análises foram conduzidas no software R, utilizando o pacote Asreml para estimativa dos componentes de variância e predição dos valores genotípicos através da metodologia REML/BLUP (Patterson e Thompson, 1971; Henderson, 1973).

Na análise individual, conduzida separadamente em cada ano de avaliação, foi testada a significância do efeito de genótipos. Na análise conjunta, obtida a partir do agrupamento dos anos, consideraram-se a significância dos efeitos de genótipos (G) e da interação genótipos × ambientes (G×A).

10.4. Estimativa de parâmetros genéticos

10.4.1. Análise Individual

Foi ajustado um modelo misto para avaliar os atributos sensoriais do café (ACIDEZ, CORPO, DOÇURA, FINALIZAÇÃO, NOTA FINAL) para cada ano (2022 e 2023). O modelo adotado segue a estrutura (Modelo 1):

$$y = X\beta + Kr + Zg + e \quad (\text{Modelo 1})$$

Onde y se refere ao vetor de observações sensorial do café; β é o vetor fixo da média geral e X é a matriz de incidência associada; r representa os efeitos aleatórios dos blocos, $r \sim NID(0, I\sigma_r^2)$, onde σ_b^2 é a variância do bloco e K é a matriz associada; g representa os efeitos genotípicos aleatórios, $g \sim N(0, I\sigma_g^2)$, onde σ_g^2 é a variância genotípica e Z a matriz associada; e é o vetor de erros aleatórios (resíduos), $e \sim N(0, I\sigma_e^2)$, onde σ_e^2 é o componente de variância residual.

A herdabilidade no sentido amplo (H^2) foi então calculada conforme descrito a seguir: $h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2/r}$, em que: σ_g^2 = variância genotípica, σ_e^2 = variância do erro, r = número de repetições (três).

10.4.2. Análise Conjunta

Para a análise conjunta dos anos, ajustou-se um modelo linear misto para cada atributo sensorial do café (acidez, corpo, doçura, finalização e nota final), considerando simultaneamente as observações de 2022 e 2023. O modelo estatístico utilizado segue a seguinte estrutura:

$$y = X\beta + Kr + Zg + T\Phi + W\rho + e$$

Onde y se refere ao vetor de observações sensorial do café; β é o vetor de efeitos fixo da média geral; e X é a matriz de incidência associada aos efeitos fixos; r representa os efeitos aleatórios das repetições, $r \sim NID(0, I\sigma_r^2)$, onde σ_r^2 é a variância residual e K é a matriz associada; g representa os efeitos genotípicos aleatórios, $g \sim N(0, I\sigma_g^2)$, onde σ_g^2 é a variância genotípica e Z a matriz associada; Φ é o vetor aleatório do ambiente (anos), $\Phi \sim N(0, I\sigma_E^2)$, onde σ_E^2 é a variância ambiental e T é a matriz associada; ρ é o vetor aleatório da interação genótipo \times ano, $\rho \sim N(0, I\sigma_{GA}^2)$; σ_{GA}^2 é a variância associadas às interações genótipo \times ambiente e W é a matriz associada.

Os componentes de variância foram estimados por meio do método de Máxima Verossimilhança Restrita (REML) para cada característica analisada. As predições lineares não viesadas (BLUPs) foram obtidas conforme os métodos propostos por Patterson & Thompson, 1971; Henderson, 1973. A significância desses componentes foi avaliada pelo Teste da Razão de Verossimilhança (LRT), comparando modelos completos e reduzidos.

A herdabilidade no sentido amplo (h^2) foi então calculada conforme descrito a seguir: $h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_{ga}^2/a + \sigma^2/ar}$ em que: σ_g^2 = variância genotípica, σ^2 = variância do erro, σ_{ga}^2 é a variância associadas às interações genótipo \times ambiente, a = número de anos (dois) e r = número de repetições (três).

11. RESULTADOS

11.1. Análise sensorial individual

No ano de 2022 (Tabela 2), verificou-se variabilidade genética significativa ($p < 0,01$) entre os genótipos para todas as características avaliadas (acidez, corpo, doçura, finalização e nota final). De modo geral, a variância genotípica foi superior à ambiental na maioria dos caracteres, exceto para corpo, em que o efeito ambiental predominou. A herdabilidade apresentou valores elevados, variando de 0,79 (corpo) a 0,92 (nota final). As médias ajustadas oscilaram de 6,92 (acidez) a 86,00 (nota final). Para a característica nota final, as médias ajustadas foram de 85,20 nas testemunhas e cerca de 86,25 nas cultivares modernas.

No ano de 2023 (Tabela 2), também foi constatada variabilidade genótipica significativa para todas as características sensoriais. Nesse caso, a variância genética superou a ambiental em todas as variáveis analisadas. A herdabilidade novamente apresentou valores altos, destacando-se a nota final ($h^2 = 0,98$) e a doçura ($h^2 = 0,92$). As médias ajustadas em 2023 sofreram ligeira redução em comparação a 2022, variando de 6,00 (finalização) a 84,70 (nota final). Para a nota final, as médias ajustadas foram de 84,19 nas testemunhas e aproximadamente 84,88 nas cultivares modernas.

Tabela 2. Parâmetros genéticos estimados para as características sensoriais individuais do experimento realizado em Araponga-MG nos anos de 2022 e 2023.

Parâmetros Genéticos	ACIDEZ	CORPO	DOÇURA	FINALIZAÇÃO	NOTA FINAL
2022					
σ^2_b	0,03	0,11	0,10	0,37	0,13
σ^2_g	0,60 **	0,33 **	0,74 **	0,60 **	4,45 **
σ^2	0,35	0,40	0,48	0,49	1,75
h^2	0,83	0,71	0,82	0,78	0,88
Média Ajustada	6,92	7,44	7,36	7,11	86,00
2023					
σ^2_b	0,06	0,09	0,15	0,00	0,00
σ^2_g	1,30 **	0,87 **	1,48 **	1,43 **	4,22 **
σ^2	0,45	0,51	0,59	0,53	0,42
h^2	0,89	0,83	0,88	0,89	0,96

Média Ajustada	6	6,48	6,46	6,00	84,70
-----------------------	---	------	------	------	-------

σ^2b : variância do bloco; σ^2g : variância genotípica; σ^2 : variância residual; h^2 : herdabilidade no sentido amplo; **Média Ajustada**: média geral do experimento.

**p < 0.01, *p < 0.05, e ns = não significativo de acordo com o LRT.

11.2. Predições para a nota final

As predições do BLUP para a nota final (Figura 2) no ano de 2022 variaram de 82 a 91 pontos, evidenciando variabilidade entre os genótipos avaliados. De modo geral, os genótipos modernos apresentaram desempenho superior às testemunhas, com destaque para UFV8190, que obteve 90 pontos, seguida por Arara (89,25 pontos) e MGS Aranãs (88,81 pontos), registrando os maiores escores. A média geral em 2022 foi de 86 pontos, as testemunhas obtiveram 84,54 pontos, enquanto os demais genótipos apresentaram média de 86,25 pontos.

Em 2023, os valores de BLUP variaram de 83 a 90 pontos, evidenciando mudanças no posicionamento relativo dos genótipos em comparação ao ranking de 2022. Nesse ano, destacaram-se Catiguá MG2 (89,31 pontos), MGS Ametista (88,67 pontos) e IPR 99 (88,35 pontos), que registraram as maiores notas finais. A média geral foi de 84,70 pontos. Observou-se ainda que as cultivares modernas (84,88 pontos) superaram as testemunhas (84,43 pontos), reforçando a tendência de maior desempenho sensorial nos genótipos recentemente desenvolvidos.

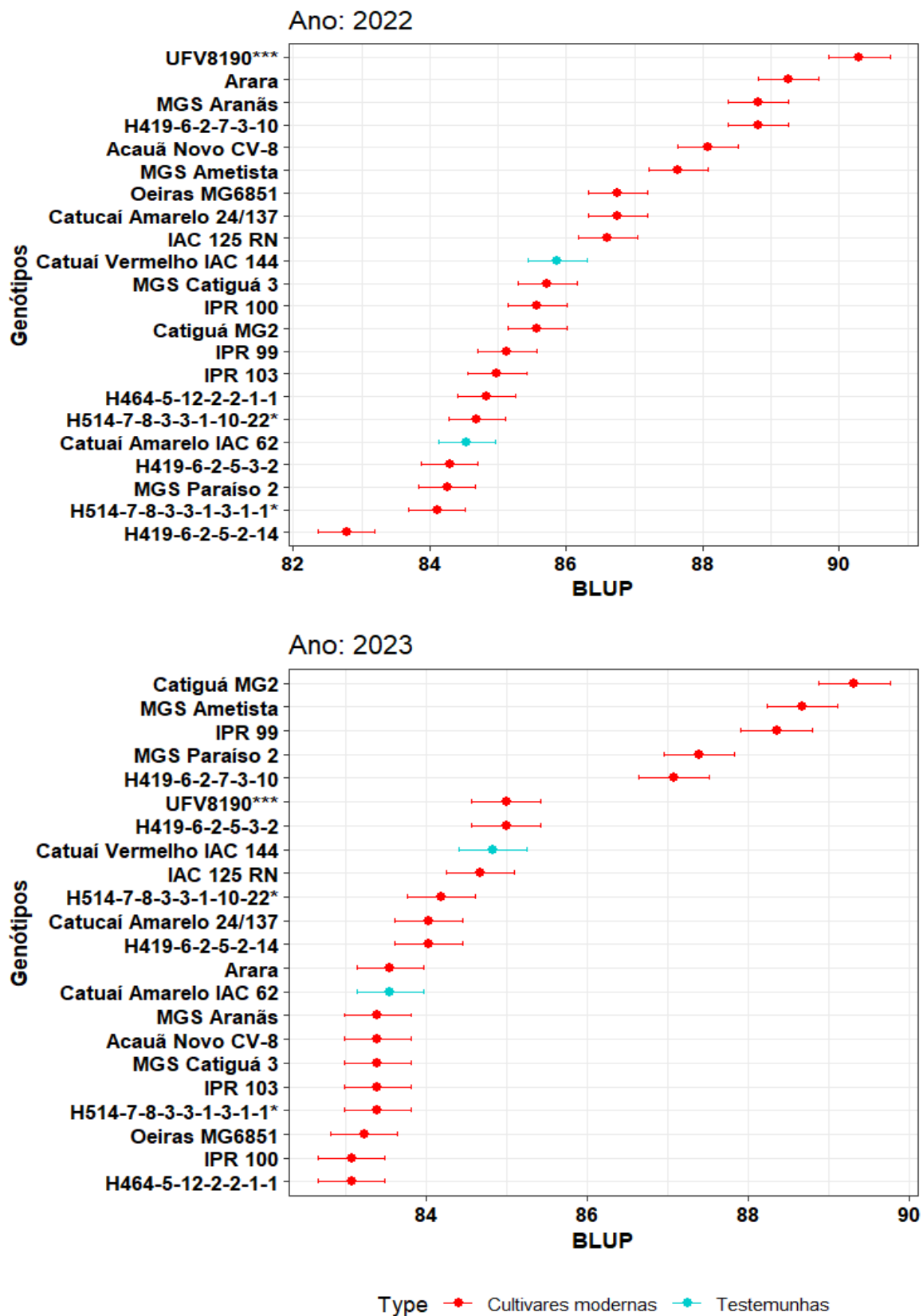


Figura 2. Desempenho sensorial (BLUP) de cultivares modernas e testemunhas nas safras de 2022 e 2023.

11.3. Análise conjunta

Na análise conjunta dos anos de 2022 e 2023 (Tabela 3), observou-se que a maior parte da variabilidade foi atribuída à interação genótipo x ano (σ^2_{ga}), a qual apresentou valores expressivos e significativos ($p < 0,01$) para todas as características sensoriais, principalmente, para a nota final ($\sigma^2_{ga} = 3,99$). Por outro lado, os efeitos genotípicos (σ^2_g) não foram significativos ($p > 0,05$) para nenhum genótipo nas variáveis estudadas (acidez, corpo, doçura, finalização e nota final).

As estimativas de herdabilidade em sentido amplo (h^2) foram próximas de zero para todas as características. As médias ajustadas variaram de 6,49 (acidez) a 85,44 (nota final).

Tabela 3. Parâmetros genéticos de atributos sensoriais na análise conjunta (2022–2023)

Parâmetros Genéticos	ACIDEZ	CORPO	DOÇURA	FINALIZAÇÃO	NOTA FINAL
2022:2023					
σ^2_a	0,40	0,43	0,34	0,51	0,78
$\sigma^2_{b/a}$	0,02	0,07	0,12	0,18	0,04
σ^2_g	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,18 ^{ns}
σ^2_{ga}	0,81 ^{**}	0,53 ^{**}	1,09 ^{**}	0,89 ^{**}	3,99 ^{**}
σ^2	0,44	0,48	0,53	0,52	1,07
h^2	0,02	0,02	0,15	0,10	0,07

Média Ajustada	6,49	6,98	6,92	6,59	85,44
-----------------------	------	------	------	------	-------

$\sigma^2_{b/a}$: variância do bloco dentro do ambiente; σ^2_g : variância genotípica; σ^2_{ga} : variância da interação genótipo e ambiente; σ^2 : variância ambiental; h^2 : herdabilidade no sentido amplo; **Média Ajustada**: média geral do experimento. **p < 0.01, *p < 0.05, e ns: não significativo de acordo com o LRT.

11.4. Perfil sensorial dos genótipos em Araponga-MG

As notas de qualidade variaram entre 82,78 a 90,28 pontos nas duas safras avaliadas (2022 e 2023) (Figura 3), indicando que todos os genótipos deste estudo apresentaram potencial para alcançar a classificação de bebida especial. A amplitude de variação foi maior em 2023, com alguns genótipos apresentando incremento nos valores médios em relação a 2022.

No perfil sensorial, as nuances mais frequentes foram *doçura*, *frutado*, *nozes* e *cacau*, presentes na maioria dos genótipos avaliados. *Notas florais* não esteve presente no H419-6-2-5-2-14, H514-7-8-3-3-1-10-22, H514-7-8-3-3-1-3-1-1 e H464-5-12-2-2-1-1. Enquanto nuances como *verde/vegetativo*, *fermentado*, *condimentado* e *defect* foram observados apenas em alguns casos específicos, com baixa intensidade.

De modo geral, a distribuição das categorias sensoriais revelou predominância de atributos positivos, com destaque para a recorrência de notas doces e de cacau, observadas de forma consistente nos genótipos ao longo dos dois anos de avaliação.

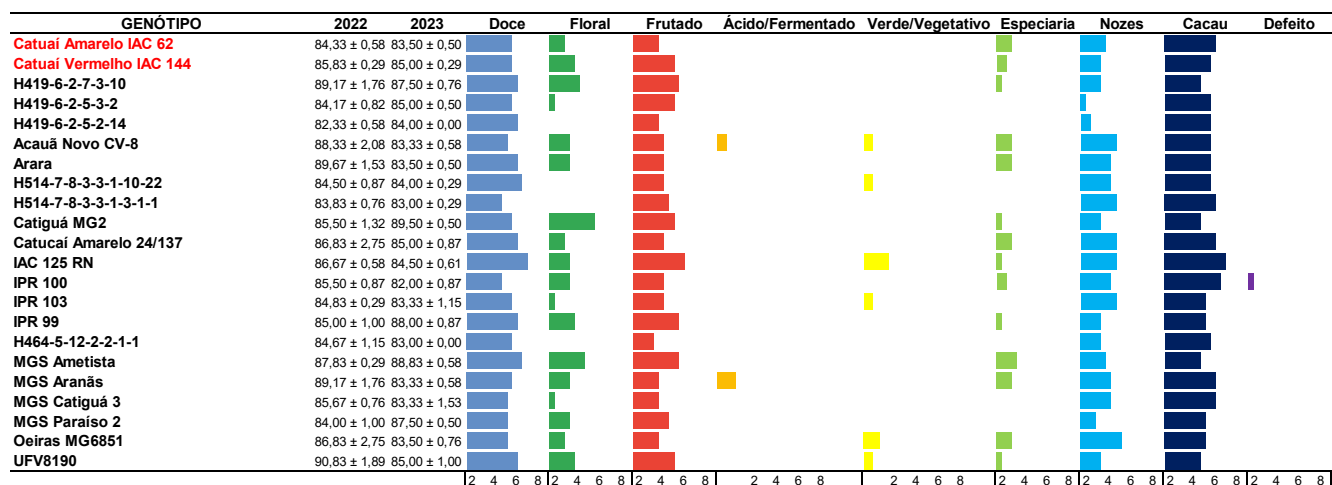


Figura 3. Médias e desvios-padrão das notas totais e distribuição das classes sensoriais dos genótipos de cafeeiro avaliados em 2022 e 2023 no Sítio São Sebastião - Serra das Cabeças, Araçuaia, Minas Gerais, Brasil.

11.5. Nuances Sensoriais dos Cafeeiros Avaliados em Araponga, Minas Gerais

Foram identificadas 22 nuances distintas na bebida dos diferentes genótipos analisados (Figura 5). Os genótipos que apresentaram o maior número de nuances foram MGS Ametista (20) e Acauã Novo CV-8 (20). Oito cultivares modernas (MGS Ametista, Acauã Novo CV-8, UFV8190, MGS Aranãs, Arara, Oeiras MG6851, IAC 125 RN, Catiguá MG2) apresentaram maior número de nuances quando comparadas às testemunhas. Entre as nuances mais frequentes, destacaram-se notas doces, como caramelo, cana-de-açúcar e mel, além de nuances frutadas, como cítrica, amarela e tropical. Em menor proporção, observaram-se os atributos fermentação, especiaria e floral.

A distribuição das nuances mostrou que alguns genótipos apresentaram perfis mais complexos, com combinação de notas doces, frutadas e florais, enquanto outros exibiram predominância de apenas um ou dois grupos de nuances.

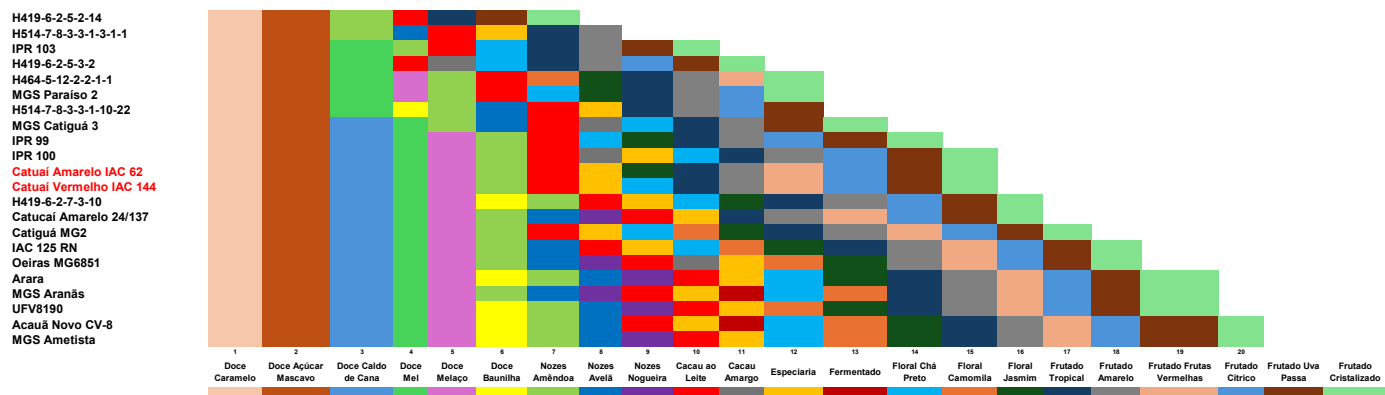
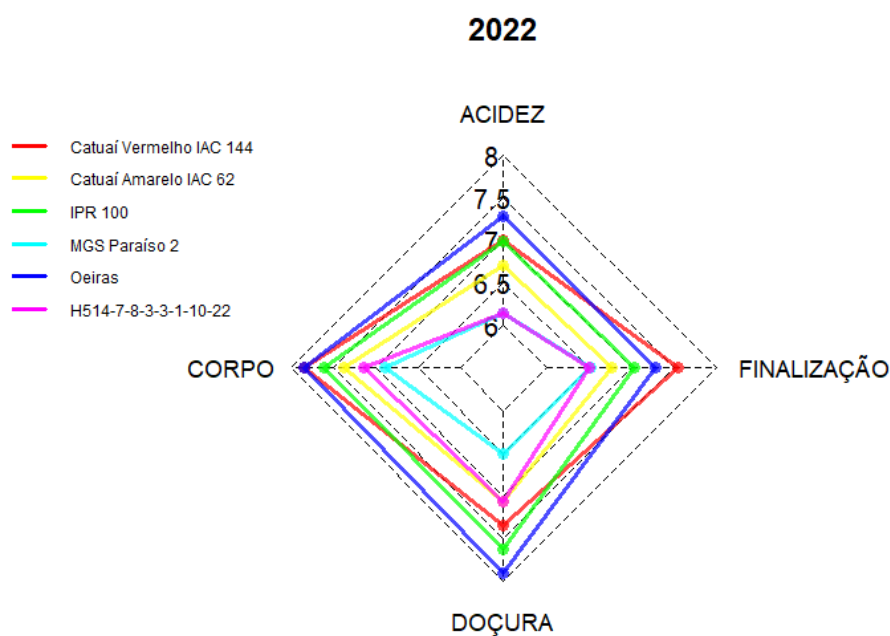


Figura 4. Notas sensoriais de sabor presentes na bebida de 22 genótipos de cafeeiros avaliados em 2022 e 2023 no Sítio São Sebastião, Serra das Cabeças, Araponga, Minas Gerais, Brasil.

11.6. Desempenho sensorial dos quatro genótipos modernos mais produtivos em comparação às testemunhas em Araponga-MG

Os quatro genótipos com maiores produtividade na análise conjunta (IPR100, MGS Paraíso 2, Oeiras MG6851, H514-7-8-3-3-1-10-22) (ANEXO B) em cada ano foram comparados às testemunhas para acidez, corpo, doçura e finalização (Figura 5). Em 2022, verificou-se que Oeiras MG6851 obteve maiores valores, principalmente na acidez e doçura, exceto para finalização em que Catuaí Vermelho IAC 144 foi superior. Para todos os atributos sensoriais, as cultivares modernas em média apresentaram desempenho próximo a média das testemunhas.

No ano seguinte, os genótipos apresentaram valores de atributos diferentes em relação aos observados em 2022. Verificou-se maior variabilidade no desempenho entre as cultivares avaliadas. A MGS Paraíso 2 foi superior às demais cultivares em todos os atributos.



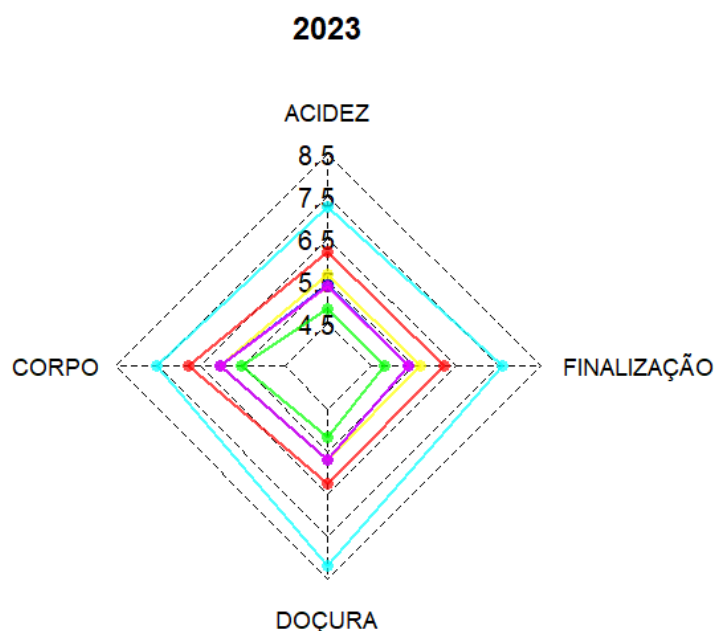


Figura 5. Comparação sensorial (acidez, corpo, doçura e finalização) entre quatro genótipos modernos e testemunhas de café em Araponga-MG, 2022–2023.

12. DISCUSSÃO

As características sensoriais foram avaliadas ao longo de dois anos (2022 e 2023) em cultivares que apresentam diferentes níveis de resistência à ferrugem, além de duas cultivares tradicionais suscetíveis à doença (Catuaí Vermelho IAC 144 e Catuaí Amarelo 24/137). As diferenças observadas entre os atributos sensoriais dos cafés avaliados em 2022 e 2023 eram esperadas, uma vez que o efeito do ano promove respostas específicas na bebida em virtude da interação genótipo \times ambiente, fortemente influenciada por variações climáticas e práticas de manejo ao longo da safra (Ferreira et al., 2021).

A análise dos parâmetros genéticos individuais evidência que os atributos sensoriais avaliados são fortemente influenciados pelo componente genético, principalmente em razão do rigor empregado na padronização das amostras, o que se reflete nos altos valores de herdabilidade obtidos em ambos os anos de avaliação. Esse resultado está diretamente associado ao procedimento adotado na condução das amostras submetidas à prova sensorial pela SCAA, no qual foram selecionados exclusivamente frutos no estágio cereja de cada genótipo. Tal padronização reduziu significativamente a variância ambiental, permitindo evidenciar de forma mais precisa a contribuição genética para as características analisadas (Nadaleti et al., 2022). Esse rigor metodológico é consistente com os resultados relatados por Barbosa et al., 2020,

que também observaram baixa variância ambiental e, conseqüentemente, elevada herdabilidade para atributos sensoriais em cafeeiros arábica cultivados em Minas Gerais, em função da utilização dos frutos no estágio cereja.

De acordo com o protocolo da Specialty Coffee Association (SCAA, 2015), as bebidas de café podem ser classificadas, como “premium” (80,0–84,99 pontos), “specialty” (85,0–89,99 pontos) e “premium specialty” (90,0–94,99 pontos). Essas classificações representam cafés especiais, atributo de grande relevância no mercado de cafés diferenciados. Os resultados obtidos neste estudo mostram que, em 2022, quatorze genótipos dos vinte e dois avaliados alcançaram notas acima de 85 pontos (specialty), incluindo a testemunha Catuaí Vermelho IAC 144, o que evidencia a elevada qualidade intrínseca dos genótipos avaliados. O UFV8190 destacou-se ao superar 90 pontos, enquadrando-se na categoria *Premium Specialty*, reservada a cafés de altíssimo valor de mercado.

Ainda em 2022, a média final das testemunhas foi de 85,20 pontos, enquanto os genótipos modernos alcançaram 86,25 pontos, evidenciando os avanços do melhoramento genético direcionado à qualidade sensorial. Dentre os genótipos modernos, nove superaram ambas as testemunhas, reforçando sua competitividade no mercado de cafés especiais. Considerando os três genótipos mais produtivos identificados na análise conjunta do primeiro capítulo (IPR 100, MGS Paraíso 2 e Oeiras MG6851), apenas a MGS Paraíso 2 não ultrapassou a marca de 85 pontos (84,24). Esse resultado destaca o potencial das cultivares modernas para a produção de cafés peculiares, aliando qualidade sensorial diferenciada à capacidade produtiva, característica estratégica para atender às demandas do setor cafeeiro

Em 2023, entretanto, o cenário foi distinto, apenas cinco genótipos superaram 85 pontos, e, entre os mais produtivos, somente a MGS Paraíso 2 ultrapassou esse limite, atingindo 87,39 pontos. Esse resultado evidencia a forte influência das condições ambientais sobre a qualidade sensorial, reforçando a complexidade da interação genótipo × ambiente e sua relevância na expressão de atributos sensoriais.

Devido à expressiva influência ambiental evidenciada pela interação G×A na análise conjunta das características sensoriais, não foi detectada variância genética significativa entre as cultivares avaliadas, indicando desempenho sensorial semelhante entre os genótipos. Resultados obtidos por (Barbosa et al., 2020) e (Sobreira et al., 2017) corroboram esse achado, demonstrando que cultivares modernas resistentes à ferrugem apresentam qualidade sensorial equivalente ou até

superior às variedades tradicionais sem resistência. Todas as médias ajustadas para a nota final deste experimento superaram 80 pontos, o que permite classificar esses genótipos como cafés *premium*, de acordo com os critérios da (SCAA, 2015). Esse resultado reforça o potencial de recomendação dos genótipos resistentes à ferrugem para as condições de Araponga-MG, assegurando a manutenção e/ou a elevação dos padrões de qualidade da bebida valorizados pelo mercado.

A análise sensorial dos genótipos de cafeeiros demonstra que a qualidade da bebida é resultado da interação entre o potencial genético e as condições ambientais e de manejo (Ahmed et al., 2021; Souza et al., 2021; Sunarharum; Williams; Smyth, 2014), ressaltando a relevância da escolha de cultivares adaptadas a regiões específicas (Voltolini et al., 2025). A diversidade de nuances identificados evidencia que diferentes materiais podem expressar perfis sensoriais singulares, ampliando as oportunidades de posicionamento estratégico no mercado de cafés especiais.

O perfil sensorial dos genótipos avaliados apresentou variação ao longo dos dois anos de estudo, evidenciando que a interação genótipo × ambiente exerce papel determinante na expressão das características da bebida. Essa dinâmica revela oportunidades estratégicas para os produtores, que podem direcionar a produção de cafés diferenciados em função da resposta dos genótipos às condições sazonais, ampliando a capacidade de inserção em nichos específicos do mercado e promovendo maior rentabilidade na cadeia da cafeicultura.

As nuances identificadas nos diferentes genótipos reforçam essa potencialidade econômica, uma vez que alguns genótipos expressaram perfis mais simples, enquanto outros apresentaram maior número e diversidade de nuances. Essa variabilidade sensorial permite o atendimento de demandas distintas, consumidores que buscam bebidas equilibradas e clássicas e aqueles que valorizam experiências sensoriais mais complexas e inovadoras, aspecto alinhado às exigências do mercado de cafés especiais (Barbosa et al., 2020).

A heterogeneidade observada entre os genótipos, portanto, configura um recurso valioso para estratégias de diferenciação e agregação de valor. Além disso, destaca-se a importância da inclusão de parâmetros sensoriais nos programas de melhoramento do cafeeiro, uma vez que estes contribuem diretamente para o aumento da qualidade e valorização do café.

13. CONCLUSÃO

Os efeitos da interação genótipo × ambiente reduziram a significância da variância genotípica para a maioria dos atributos sensoriais. Ainda assim, todos os genótipos apresentaram notas finais superiores a 80 pontos, caracterizando-se como cafés especiais. A média das notas finais das cultivares modernas foi semelhante à das testemunhas, porém ligeiramente superior quando considerados os dois anos de avaliação. Ademais, as cultivares modernas mantiveram desempenho sensorial consistente nos dois anos avaliados. Oito genótipos modernos destacaram-se pelo maior número de nuances, indicando maior complexidade sensorial e potencial de agregação de valor. Esses resultados evidenciam a aptidão das cultivares modernas para a produção de cafés de alta qualidade nas condições de Araponga-MG.

14. REFERÊNCIAS

- Ahmed S, Brinkley S, Smith E, Sela A, Theisen M, Thibodeau C, Warne T, Anderson E, Van Dusen N, Giuliano P, Ionescu KE and Cash SB (2021) Climate Change and Coffee Quality: Systematic Review on the Effects of Environmental and Management Variation on Secondary Metabolites and Sensory Attributes of *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. *Front. Plant Sci.* 12:708013. doi: 10.3389/fpls.2021.708013
- Almeida, D.P.; Caixeta, E.T.; Moreira, K.F.; de Oliveira, A.C.B.; de Freitas, K.N.P.; Pereira, A.A.; Rosado, R.D.S.; Zambolim, L.; Cruz, C.D. Marker-Assisted Pyramiding of Multiple Disease Resistance Genes in Coffee Genotypes (*Coffea arabica*). *Agronomy* 2021, 11, 1763. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091763>
- ALVES, Helena MR et al. Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais. Informe Agropecuario-Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais (Brazil), v. 32, n. 261, 2011.
- BARBOSA, Ivan de Paiva; COSTA, Weverton Gomes da; NASCIMENTO, Moysés; CRUZ, Cosme Damião; OLIVEIRA, Antônio Carlos Baião de. Recommendation of *Coffea arabica* genotypes by factor analysis. *Euphytica*, v. 215, n. 178, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2499-x>

- BARBOSA, Ivan de Paiva et al. Sensory analysis of arabica coffee: cultivars of rust resistance with potential for the specialty coffee market. *Euphytica*, v. 216, n. 10, p. 165, 2020.
- BARBOSA, Juliana Neves et al. Coffee quality and its interactions with environmental factors in Minas Gerais, Brazil. *Journal of agricultural science*, v. 4, n. 5, p. 181, 2012.
- BRAINY INSIGHTS. Specialty Coffee Market. Disponível em: <<https://www.thebrainyinsights.com/report/specialty-coffee-market-12699>>. Acesso em: 1 set. 2025.
- BRASIL. Brasil é o maior produtor mundial e o segundo maior consumidor de café. Ministério da Agricultura e Pecuária, 14 abr. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-e-o-maior-produtor-mundial-e-o-segundo-maior-consumidor-de-cafe>. Acesso em: 31 ago. 2025.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Pecuária. Sumário executivo: café, fevereiro 2025. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), 2025. Disponível em: <http://www.consorciopesquisacafe.com.br/images/stories/noticias/2021/2025/Fevereiro/Sumario_Cafe_fevereiro_2025.pdf>. Acesso em: 28 set. 2025.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de café: 3 levantamento. Brasília, DF: Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-cafe/3o-levantamento-de-cafe-safra-2025/boletim-cafe-setembro-2025>>. Acesso em: 24 set. 2025.
- CRUZ CORREIA, Paula Ferreira da et al. Impacts of Brazilian Green Coffee Production and Its Logistical Corridors on the International Coffee Market. *Logistics*, v. 8, n. 2, p. 39, 2024.
- FERREIRA, D. S. et al. Physico-chemical and sensory interactions of arabica coffee genotypes in different water regimes. *The Journal of Agricultural Science*, v. 159, n. 1–2, p. 50–58, 2021.

- IORESI, Deusélio Bassini; et al. Adherence and concordance among Q-Graders in the sensory analysis of coffees. *Journal of Sensory Studies*, [S.l.], v. 38, n. 2, e12805, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/joss.12805>
- LIMA, Lilian Maluf; et al. Behavioral aspects of the coffee consumer in different countries: the case of Brazil. In: *Coffee consumption and industry strategies in Brazil*. Cambridge: Elsevier, 2020. p. 321-341
- MARIE, Lison et al. Combined sensory, volatilome and transcriptome analyses identify a limonene terpene synthase as a major contributor to the characteristic aroma of a *Coffea arabica* L. specialty coffee. *BMC Plant Biology*, v. 24, n. 238, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-024-04890-3>.
- MARTINS, Fabrina Bolzan et al. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: cenário atual e projeções futuras. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 1, p. 129–156, 2018.
- MATAS DE MINAS. Região das Matas de Minas. Disponível em: <http://www.matasdeminas.org.br>. Acesso em: 1 set. 2025.
- NADALETI, Denis Henrique Silva et al. Influence of postharvest processing on the quality and sensory profile of groups of arabica coffee genotypes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 102, n. 15, p. 6899–6906, 2022.
- RIBEIRO, Antonio Carlos. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. [S.l.]: Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 1999.
- RIBEIRO, Bruno Batista et al. Avaliação química e sensorial de blends de *Coffea canephora* Pierre e *Coffea arabica* L. *Coffee Science*, p. 178–186, 2014.
- SAKIYAMA, N. et al. *Café arábica: do plantio à colheita*. Viçosa: Editora UFV, 2015. 316 p.
- SCAA. Protocols Cupping Speciality Coffee. *Speciality Coffee Association of America*, p. 1–7, 2015.

- SOBREIRA, Fabrício Moreira; OLIVEIRA, Antonio Carlos Baião de; PEREIRA, Antonio Alves; GUARÇONI, André; SAKIYAMA, Ney Sussumu. Divergence among arabica coffee genotypes for sensory quality. *Australian Journal of Crop Science*, v. 10, n. 10, p. 1442–1448, 2016. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.10.p7430>
- SOUZA, C. A. et al. Genotype-environment interaction for the sensory profile of *Coffea arabica* lines in high temperature regions in the Western Amazon. *Gene Conserve*, v. 20, n. 79, 2021.
- SUNARHARUM, Wenny B.; WILLIAMS, David J.; SMYTH, Heather E. Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. *Food research international*, v. 62, p. 315–325, 2014.
- Voltolini, G.B.; Carvalho, G.R.; Andrade, V.T.; Ferreira, A.D.; Raposo, F.V.; Carvalho, J.P.F.; Vilela, D.J.M.; da Silva, C.A.; Costa, J.d.O.; Abreu, G.B.; et al. Agronomic Performance of Irrigated and Rainfed Arabica Coffee Cultivars in the Cerrado Mineiro Region. *Agronomy* 2025, 15, 222. <https://doi.org/10.3390/agronomy15010222>
- WORKU, Mohammed et al. Effect of altitude on biochemical composition and quality of green arabica coffee beans can be affected by shade and postharvest processing method. *Food Research International*, v. 105, p. 278–285, 2018.
- Z Aidan, Úrsula Ramos; CORRÊA, Paulo Cesar; FERREIRA, Williams Pinto Marques; CECON, Paulo Roberto. Ambiente e variedades influenciam a qualidade de cafés das Matas de Minas. *Coffee Science*, Lavras, v. 12, n. 2, p. 240-247, 2017. DOI: 10.25186/cs.v12i2.1256.

15. CONCLUSÕES GERAIS

O presente estudo permitiu caracterizar o desempenho agrônômico e sensorial de cultivares modernas e progênies avançadas de *Coffea arabica* resistentes à ferrugem, avaliadas nas condições edafoclimáticas de Araponga, MG. As cultivares modernas avaliadas associaram elevada produtividade, resistência à ferrugem e qualidade sensorial, destacando-se como alternativas promissoras para a cafeicultura

dessa região das Matas de Minas. O conjunto de informações geradas oferece subsídios técnicos para a tomada de decisão por profissionais do setor e contribui para o fortalecimento da cafeicultura mais sustentável, competitiva e adaptada às demandas atuais do mercado.

ANEXOS – VALORES DE BLUPS PARA AS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, PRODUTIVAS E SENSORIAIS, EM ANÁLISES INDIVIDUAL E CONJUNTA.

ANEXO A – VALORES DE BLUP DAS ANÁLISES INDIVIDUAIS DE 2021 A 2024, REFERENTES A 28 GENÓTIPOS DE CAFEIEIRO EM ARAPONGA, PARA AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS: VIGOR (VIG), CICLO DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS (CMT), UNIFORMIDADE DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS (UMT), INCIDÊNCIA DE FERRUGEM (FER), INCIDÊNCIA DE CERCOSPORIOSE (CER), RENDIMENTO (REND) E PRODUTIVIDADE (PROD)

TRAT	Ano	REND	PROD	VIG	CMT	UMT	FER	CER
IPR 103	2021	467	32,74	8,46	3,49	2,58	2,33	1,55
IPR 99	2021	471	29,43	8,46	3,43	2,80	1,57	1,76
IPR 100	2021	465	34,75	8,12	3,59	2,77	3,28	2,07
Catuaí Amarelo IAC 62	2021	488	26,71	7,34	3,31	2,67	4,17	1,86
Catuaí Vermelho IAC 144	2021	477	30,19	6,91	3,01	1,80	4,24	2,07
MGS Ametista	2021	507	24,40	8,37	3,52	2,96	1,24	1,42
Oeiras MG6851	2021	522	31,34	7,78	3,01	1,95	3,02	1,83

Acauã Novo CV-8	2021	473	33,01	8,24	3,52	2,77	1,70	1,92
MGS Paraíso 2	2021	496	30,95	8,40	3,01	2,11	1,63	1,45
Catiguá MG2	2021	501	22,84	8,53	3,01	1,98	1,11	1,39
IAC 125 RN	2021	546	29,04	8,03	3,07	2,64	1,63	1,98
Catucaí Amarelo 24/137	2021	471	30,09	7,31	2,67	2,45	3,65	2,26
Sabiá	2021	486	30,56	7,62	3,10	2,58	2,06	2,60
Palma II	2021	502	25,77	7,96	3,34	2,77	1,50	1,67
MGS Aranãs	2021	478	31,69	8,03	3,07	2,20	3,05	2,10
H419-6-2-5-2-14	2021	544	28,74	8,31	3,07	2,11	1,73	1,55
H419-6-2-5-3-3	2021	464	35,64	7,62	2,95	2,45	4,11	1,92
H419-6-2-5-3-2	2021	568	19,71	8,28	3,10	1,95	1,24	1,39
H419-6-2-7-3-10	2021	499	23,61	8,59	3,01	2,61	1,53	1,64

UFV8190	2021	509	31,59	8,43	3,10	2,39	1,57	1,73
UFV8195	2021	530	21,66	8,53	3,25	2,55	1,40	1,51
H464-5-12-2-2-1-1	2021	528	21,73	7,43	3,00	2,04	1,67	1,64
H464-5-12-2-2-2-1	2021	519	28,02	7,75	3,07	2,23	1,80	1,79
Arara	2021	461	31,15	8,18	3,49	2,77	1,80	1,61
MGS Catiguá 3	2021	518	25,08	8,21	3,01	1,92	1,14	1,33
H514-7-8-3-3-1-3-1-1	2021	474	40,93	8,00	2,83	2,20	1,73	1,95
Ihcafe-90**	2021	514	37,30	7,25	3,01	1,33	1,96	2,04
H514-7-8-3-3-1-10-22	2021	497	28,90	8,03	2,92	1,92	1,60	1,79
IPR 103	2022	395	25,98	7,96	3,27	2,18	2,52	1,89
IPR 99	2022	407	32,23	8,03	3,08	2,12	1,53	1,92

IPR 100	2022	397	32,90	8,03	3,08	2,50	3,25	2,07
Catuaí Amarelo IAC 62	2022	398	25,23	7,40	2,86	2,28	3,74	2,29
Catuaí Vermelho IAC 144	2022	402	25,25	7,06	2,92	1,85	3,74	2,23
MGS Ametista	2022	423	37,84	8,43	2,99	2,34	1,50	1,92
Oeiras MG6851	2022	430	34,33	7,68	2,83	1,87	2,72	1,80
Acauã Novo CV-8	2022	499	26,40	8,71	3,60	2,94	1,14	1,77
MGS Paraíso 2	2022	378	32,76	8,06	2,61	1,80	1,83	1,71
Catiguá MG2	2022	452	29,42	8,78	2,99	1,87	1,04	1,40
IAC 125 RN	2022	532	25,63	8,12	2,93	1,71	1,50	1,89
Catuaí Amarelo 24/137	2022	371	33,04	7,43	2,49	2,37	3,44	2,29
Sabiá	2022	425	27,17	8,28	3,18	2,31	1,63	1,89
Palma II	2022	441	30,14	8,24	3,02	2,44	1,57	1,77

MGS Aranās	2022	410	35,72	7,99	3,02	1,84	2,88	1,74
H419-6-2-5-2-14	2022	549	30,05	8,24	3,02	2,31	1,57	1,64
H419-6-2-5-3-3	2022	376	31,00	7,21	2,49	1,96	3,91	2,20
H419-6-2-5-3-2	2022	467	29,46	8,71	2,99	1,65	1,11	1,43
H419-6-2-7-3-10	2022	406	37,14	8,78	2,96	2,18	1,50	1,52
UFV8190	2022	472	26,65	8,56	3,05	2,09	1,37	1,64
UFV8195	2022	505	28,72	8,68	3,39	2,37	1,14	1,61
H464-5-12-2-2-1-1	2022	497	31,34	7,56	2,90	1,14	1,53	1,68
H464-5-12-2-2-2-1	2022	445	32,20	7,40	2,83	1,14	1,83	1,77
Arara	2022	436	34,62	8,24	2,86	2,31	1,57	1,80
MGS Catiguá 3	2022	436	36,88	8,06	2,99	1,65	1,30	1,40

H514-7-8-3-3-1-3-1-1	2022	380	34,58	7,59	2,37	1,42	1,90	1,89
Ihcafe-90**	2022	425	32,36	6,99	2,40	1,08	1,86	2,04
H514-7-8-3-3-1-10-22	2022	372	37,10	7,37	2,21	1,52	1,73	2,04
IPR 103	2023	450	45,95	8,21	3,87	2,90	1,66	1,59
IPR 99	2023	434	51,96	7,94	3,05	2,73	1,52	1,81
IPR 100	2023	424	50,73	8,65	3,57	3,06	2,74	1,82
Catuai Amarelo IAC 62	2023	481	41,89	7,77	3,20	2,68	3,36	1,64
Catuai Vermelho IAC 144	2023	418	44,26	7,27	3,32	2,62	3,04	1,76
MGS Ametista	2023	435	50,73	8,18	3,20	2,81	1,31	1,43
Oeiras MG6851	2023	480	51,01	7,90	3,10	2,43	2,45	1,79
Acauã Novo CV-8	2023	500	50,31	8,62	3,97	3,29	1,44	1,70
MGS Paraíso 2	2023	401	54,72	8,24	2,79	2,05	1,63	1,52

Catiguá MG2	2023	471	45,34	8,56	3,01	1,67	1,01	1,34
IAC 125 RN	2023	515	54,75	8,21	2,83	2,21	1,83	2,00
Catucaí Amarelo 24/137	2023	404	46,55	7,33	3,10	3,06	3,33	1,97
Sabiá	2023	453	55,74	8,12	3,26	3,13	1,90	2,06
Palma II	2023	481	56,22	7,93	3,20	2,62	1,67	1,76
MGS Aranãs	2023	447	48,73	8,28	3,81	2,84	2,06	1,70
H419-6-2-5-2-14	2023	525	46,73	7,71	3,35	2,84	1,47	1,52
H419-6-2-5-3-3	2023	428	51,26	8,15	3,23	2,65	3,36	1,88
H419-6-2-5-3-2	2023	522	46,33	8,50	3,01	1,83	1,31	1,28
H419-6-2-7-3-10	2023	425	52,66	8,31	3,04	2,53	1,47	1,61
UFV8190	2023	560	48,45	8,69	3,13	2,72	1,50	1,58
UFV8195	2023	550	48,54	8,59	3,72	2,94	1,34	1,49

H464-5-12-2-2-1-1	2023	541	48,73	7,11	3,04	2,05	1,67	1,85
H464-5-12-2-2-2-1	2023	471	51,97	7,01	2,89	1,77	1,80	1,85
Arara	2023	453	50,99	7,96	3,69	2,91	1,37	1,61
MGS Catiguá 3	2023	441	52,00	7,96	3,10	2,08	1,18	1,34
H514-7-8-3-3-1-3-1-1	2023	406	52,64	7,46	2,92	1,80	1,83	1,97
Ihcafe-90**	2023	483	51,06	6,42	2,45	1,45	1,90	2,29
H514-7-8-3-3-1-10-22	2023	432	53,18	7,33	2,76	2,02	1,96	1,94
IPR 103	2024	401	86,01	8,21	3,95	3,41	2,75	1,74
IPR 99	2024	343	96,14	7,67	3,23	3,62	1,57	1,89
IPR 100	2024	382	113,9	7,95	3,63	3,35	3,21	2,34
Catuai Amarelo IAC 62	2024	381	95,29	7,03	3,48	3,59	4,10	2,13

Catuai Vermelho IAC 144	2024	374	79,72	6,77	3,57	3,14	4,00	2,01
MGS Ametista	2024	347	100,9	8,37	3,29	3,41	1,54	1,56
Oeiras MG6851	2024	372	102,9	7,51	3,26	3,11	2,98	1,83
Acaua Novo CV-8	2024	413	95,17	8,43	3,76	3,49	1,60	1,92
MGS Paraíso 2	2024	326	103,9	7,83	2,98	3,43	2,13	1,74
Catigua MG2	2024	361	69,94	8,40	3,04	2,95	1,31	1,55
IAC 125 RN	2024	392	61,96	7,79	2,29	2,98	1,51	2,13
Catucai Amarelo 24/137	2024	381	93,72	7,25	3,38	3,33	3,70	2,34
Sabiá	2024	374	78,19	8,05	3,10	3,11	2,06	2,34
Palma II	2024	356	91,58	8,11	3,29	3,33	1,54	1,74
MGS Aranãs	2024	396	102,4	7,86	3,79	3,35	3,05	1,86
H419-6-2-5-2-14	2024	437	81,11	7,86	3,23	3,46	2,00	1,62

H419-6-2-5-3-3	2024	363	101,8	6,84	3,32	3,49	4,16	2,43
H419-6-2-5-3-2	2024	401	63,21	8,50	2,73	3,22	1,31	1,38
H419-6-2-7-3-10	2024	390	68,14	8,63	3,20	3,19	1,44	1,44
UFV8190	2024	410	75,76	8,50	3,04	3,49	1,38	1,55
UFV8195	2024	466	63,76	8,47	3,13	3,35	1,28	1,62
H464-5-12-2-2-1-1	2024	382	104,3	7,28	2,92	3,01	1,87	1,92
H464-5-12-2-2-2-1	2024	396	80,67	7,35	2,92	3,06	1,87	2,04
Arara	2024	364	88,05	8,05	3,79	3,17	1,67	1,74
MGS Catiguá 3	2024	366	78,85	8,11	3,17	3,35	1,28	1,32
H514-7-8-3-3-1-3-1-1	2024	348	86,50	7,60	3,26	3,62	1,93	1,77
Ihcafe-90**	2024	357	61,86	6,10	2,42	3,19	1,83	2,13

H514-7-8-3-3-1-10-22	2024	349	94,98	7,57	3,29	3,62	2,03	2,01
----------------------	------	-----	-------	------	------	------	------	------

ANEXO B – VALORES DE BLUP DA ANÁLISE CONJUNTA DE 28 GENÓTIPOS DE CAFEIEIRO EM ARAPONGA PARA VIGOR (VIG), CICLO DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS (CMT), UNIFORMIDADE DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS (UMT), INCIDÊNCIA DE FERRUGEM (FER), INCIDÊNCIA DE CERCOSPORIOSE (CER), RENDIMENTO (REND) E PRODUTIVIDADE (PROD)

TRAT	VIG	CMT	UMT	FER	CER	REND	PROD
Acauã Novo CV-8	8,50	3,65	3,06	1,47	1,83	473	50,1
Arara	8,11	3,43	2,75	1,60	1,69	423	50,9
H514-7-8-3-3-1-3-1-1	7,66	2,87	2,31	1,85	1,89	393	52,7
H514-7-8-3-3-1-10-22	7,57	2,83	2,31	1,83	1,95	407	52,9
Catiguá MG2	8,57	3,02	2,15	1,12	1,41	446	43,6
Catuaí Amarelo IAC 62	7,39	3,20	2,79	3,84	1,98	435	46,1
Catuaí Vermelho IAC 144	7,00	3,20	2,37	3,75	2,02	412	45,0

Catucaí Amarelo 24/137	7,33	2,93	2,77	3,53	2,22	399	49,7
H419-6-2-5-2-14	8,03	3,16	2,67	1,69	1,58	529	46,9
H419-6-2-5-3-2	8,50	2,97	2,20	1,24	1,37	503	42,4
H419-6-2-5-3-3	7,46	3,01	2,63	3,89	2,11	399	52,9
H419-6-2-7-3-10	8,58	3,06	2,61	1,49	1,55	429	47,7
IAC 125 RN	8,04	2,81	2,39	1,62	2,00	507	45,6
Ihcafe-90**	6,69	2,63	1,85	1,89	2,13	446	47,3
IPR 100	8,19	3,43	2,88	3,12	2,08	410	54,9
IPR 103	8,21	3,59	2,74	2,32	1,69	425	47,1
IPR 99	8,03	3,19	2,80	1,55	1,85	406	51,6
H464-5-12-2-2-1-1	7,35	2,98	2,10	1,68	1,77	495	50,3
H464-5-12-2-2-2-1	7,38	2,95	2,10	1,82	1,86	462	49,0

MGS Ametista	8,34	3,24	2,84	1,40	1,58	425	52,4
MGS Aranãs	8,04	3,39	2,56	2,76	1,85	430	52,7
MGS Catiguá 3	8,09	3,07	2,28	1,22	1,34	440	49,3
MGS Paraíso 2	8,13	2,88	2,38	1,81	1,60	392	54,1
Oeiras MG6851	7,72	3,06	2,35	2,79	1,81	453	53,1
Palma II	8,06	3,20	2,76	1,57	1,73	445	51,2
Sabiá	8,02	3,15	2,74	1,91	2,22	432	49,1
UFV8190	8,54	3,09	2,66	1,45	1,62	496	46,3
UFV8195	8,57	3,35	2,77	1,29	1,56	529	43,4

ANEXO C – VALORES DE BLUP DA ANÁLISE INDIVIDUAL DE 22 GENÓTIPOS DE CAFEEIRO EM ARAPONGA, PARA ACIDEZ, CORPO, DOÇURA, FINALIZAÇÃO E NOTA FINAL, NOS ANOS DE 2022 E 2023

TRAT	ANO	ACIDEZ	CORPO	DOÇURA	FINALIZAÇÃO	NOTA FINAL
24 I P28 FA PN (H419-6-2-3-4-10)	2022	7,85	7,85	8,46	7,81	88,81
32 I P30 FV PN (H419-6-2-7-3-2)	2022	5,85	6,90	6,78	6,24	84,40
34 I P42 FV PN (H419-6-2-5-2-14)	2022	5,85	6,42	5,66	5,45	82,78
Acauã Novo CV-8	2022	7,56	7,85	8,18	7,81	88,07
Arara	2022	8,13	8,08	8,18	8,08	89,25
H514-7-8-3-3-1-3-1-1	2022	6,14	7,14	6,22	6,50	84,10
H514-7-8-3-3-1-10-22	2022	6,14	7,14	7,06	6,50	84,69
Catigua MG2	2022	6,71	7,37	7,06	7,03	85,57
Catuai Amarelo IAC 62	2022	6,71	7,37	7,06	6,76	84,54

Catuaí Vermelho IAC 144	2022	6,99	7,85	7,34	7,55	85,87
Catuaí Amarelo 24/137	2022	7,28	7,85	7,90	7,55	86,75
IAC 125 RN	2022	7,28	7,61	7,62	7,55	86,60
IPR 100	2022	6,99	7,61	7,62	7,03	85,57
IPR 103	2022	6,42	6,90	7,06	6,76	84,98
IPR 99	2022	6,99	7,37	7,06	7,29	85,13
H464-5-12-2-2-1-1	2022	6,14	6,90	6,78	6,50	84,84
MGS Ametista	2022	7,56	7,85	8,18	7,81	87,63
MGS Aranãs	2022	8,13	8,08	8,46	7,81	88,81
MGS Catiguá 3	2022	7,28	7,61	7,06	7,29	85,72
MGS Paraíso 2	2022	6,14	6,90	6,50	6,50	84,25
Oeiras MG6851	2022	7,28	7,85	7,90	7,29	86,75

UFV8190	2022	7,85	8,08	8,74	8,08	90,28
24 I P28 FA PN (H419-6-2-3-4-10)	2023	6,84	7,15	7,51	7,18	87,07
32 I P30 FV PN (H419-6-2-7-3-2)	2023	6,28	6,89	6,64	6,30	84,99
34 I P42 FV PN (H419-6-2-5-2-14)	2023	6,00	6,63	6,64	6,01	84,03
Acauã Novo CV-8	2023	5,44	5,58	5,77	5,13	83,39
Arara	2023	5,16	5,85	5,77	5,42	83,55
H514-7-8-3-3-1-3-1-1	2023	5,16	5,85	5,77	5,42	83,39
H514-7-8-3-3-1-10-22	2023	5,44	6,11	5,77	5,42	84,19
Catigua MG2	2023	7,96	8,20	8,96	8,34	89,31
Catuai Amarelo IAC 62	2023	5,72	6,11	5,77	5,71	83,55
Catuai Vermelho IAC 144	2023	6,28	6,89	6,35	6,30	84,83
Catucai Amarelo 24/137	2023	5,72	6,11	6,06	5,42	84,03

IAC 125 RN	2023	6,00	6,37	6,35	6,30	84,67
IPR 100	2023	4,88	5,58	5,19	4,84	83,07
IPR 103	2023	5,72	6,37	5,48	5,42	83,39
IPR 99	2023	7,68	7,67	8,38	8,05	88,35
H464-5-12-2-2-1-1	2023	4,88	5,58	5,48	4,84	83,07
MGS Ametista	2023	7,68	7,67	8,38	8,05	88,67
MGS Aranãs	2023	5,44	6,37	5,77	5,42	83,39
MGS Catiguá 3	2023	5,16	5,85	5,77	5,13	83,39
MGS Paraíso 2	2023	7,40	7,67	8,38	7,76	87,39
Oeiras MG6851	2023	5,44	6,11	5,77	5,42	83,23
UFV8190	2023	6,56	6,63	6,93	6,01	84,99

ANEXO D – VALORES DE BLUP DA ANÁLISE CONJUNTA DE 22 GENÓTIPOS DE CAFEIRO EM ARAPONGA, PARA ACIDEZ, CORPO, DOÇURA, FINALIZAÇÃO E NOTA FINAL

TRAT	ACIDEZ	CORPO	DOÇURA	FINALIZAÇÃO	NOTA FINAL
24 I P28 FA PN (H419-6-2-3-4-10)	6,51	6,98	6,92	6,71	85,65
32 I P30 FV PN (H419-6-2-7-3-2)	6,48	6,98	6,92	6,54	85,37
34 I P42 FV PN (H419-6-2-5-2-14)	6,48	6,98	6,92	6,46	85,26
Acauã Novo CV-8	6,49	6,98	6,92	6,58	85,47
Arara	6,49	6,98	6,92	6,62	85,53
H514-7-8-3-3-1-3-1-1	6,47	6,98	6,92	6,50	85,29
H514-7-8-3-3-1-10-22	6,47	6,98	6,92	6,50	85,35
Catigua MG2	6,51	6,98	6,92	6,73	85,60
Catuai Amarelo IAC 62	6,48	6,98	6,92	6,54	85,32

Catuaí Vermelho IAC 144	6,49	6,98	6,92	6,64	85,43
Catuaí Amarelo 24/137	6,49	6,98	6,92	6,58	85,44
IAC 125 RN	6,49	6,98	6,92	6,63	85,45
Ihcafe-90**	6,48	6,98	6,92	6,52	85,36
IPR 100	6,48	6,98	6,92	6,50	85,34
IPR 103	6,48	6,98	6,92	6,52	85,33
IPR 99	6,51	6,98	6,92	6,73	85,54
H464-5-12-2-2-1-1	6,47	6,98	6,92	6,46	85,31
MGS Ametista	6,51	6,98	6,92	6,77	85,67
MGS Aranãs	6,49	6,98	6,92	6,60	85,50
MGS Catiguá 3	6,48	6,98	6,92	6,54	85,36
MGS Paraíso 2	6,49	6,98	6,92	6,65	85,46

Oeiras MG6851	6,48	6,98	6,92	6,56	85,40
UFV8190	6,50	6,98	6,92	6,65	85,63