



PRISCILA CARVALHO MOREIRA

**PRODUTIVIDADE E REAÇÃO À FERRUGEM E
CERCOSPORIOSE DE PROGÊNIES ICATU X CATIMOR EM
GERAÇÃO F_{4:5}**

**LAVRAS-MG
2019**

PRISCILA CARVALHO MOREIRA

**PRODUTIVIDADE E REAÇÃO À FERRUGEM E CERCOSPORIOSE DE
PROGÊNIES ICATU X CATIMOR EM GERAÇÃO F_{4:5}**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Dr. Cesar Elias Botelho
Orientador

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho
Coorientador

**LAVRAS-MG
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Moreira, Priscila Carvalho.

Produtividade e reação à ferrugem e cercosporiose de
progênies Icatu x Catimor em geração F4:5 / Priscila Carvalho
Moreira. - 2019.

72 p. : il.

Orientador(a): Cesar Elias Botelho.

Coorientador(a): Gladyston Rodrigues Carvalho.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Resistência à ferrugem e cercosporiose. 2. Seleção genética.
3. Cafeicultura. I. Botelho, Cesar Elias. II. Carvalho, Gladyston
Rodrigues. III. Título.

PRISCILA CARVALHO MOREIRA

**PRODUTIVIDADE E REAÇÃO À FERRUGEM E CERCOSPORIOSE DE
PROGÊNIES ICATU X CATIMOR EM GERAÇÃO F_{4:5}**

**PRODUCTIVITY AND REACTION TO RUST AND CERCOSPORIOSE OF
PROGENIES ICATU X CATIMOR IN GENERATION F_{4:5}**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 30 de abril de 2019.

Dra. Juliana Costa de Rezende EPAMIG

Dra. Flávia Maria Avelar Gonçalves UFLA

Dr. Cesar Elias Botelho
Orientador

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho
Coorientador

**LAVRAS-MG
2019**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me guiar e colocar em meu caminho sempre pessoas tão queridas.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Agricultura (DAG), ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, e ao corpo docente, pela oportunidade da realização do Mestrado.

Ao Consórcio Pesquisa Café (CPC) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT), pelo financiamento da pesquisa.

Ao meu orientador, Cesar Elias Botelho, e ao coorientador, Gladyston Rodrigues Carvalho, pelos grandes ensinamentos, orientações e confiança.

À pesquisadora Juliana Costa de Rezende, pelas valiosas contribuições neste trabalho e pela disponibilidade em sempre me ajudar.

Aos funcionários da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) de São Sebastião do Paraíso e de Lavras, que muito contribuíram para a conclusão desse processo.

Ao grupo de pesquisa EPAMIG, pelos ensinamentos, amizades e confraternizações.

À Deila e ao Antônio, pela grande ajuda nas últimas etapas da dissertação.

À funcionária do Departamento de Fitotecnia, Marli, pela grande atenção e ajuda em todas as etapas.

Aos meus pais, Maria e Vanderlei, e aos meus irmãos, Nathalia e Gustavo, que me fortalecem, ajudam e me incentivam a todo momento.

Às amigas que Lavras me presenteou, em especial ao Denis, Ana Flávia, Cyntia, Vanessa, Diego, Larissa, Rafaela, Thaísa e Thiago.

À Ayhama, pela grande amizade desde a graduação em Viçosa, e por ter me incentivado a realizar o mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

Com o objetivo de selecionar progênies produtivas e resistentes à ferrugem e com menor suscetibilidade à cercosporiose, avaliou-se um grupo de progênies $F_{4:5}$ resultantes do cruzamento oriundo de seleções de Icatu e Catimor. Foram avaliadas 68 progênies igualmente divididas em dois experimentos, além de duas testemunhas comuns - Catuaí Vermelho IAC 99 e Catuaí Amarelo IAC 62. Os experimentos foram instalados em fevereiro de 2009, e conduzidos no Campo Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais – Epamig, localizada no município de São Sebastião do Paraíso, Minas Gerais. Utilizou-se delineamento em látice 6 x 6, com três repetições, constituídos de 216 parcelas experimentais nos dois experimentos, com espaçamento de 3,2 x 0,80 metros. A parcela experimental foi composta por 6 plantas. Nos dois experimentos conduzidos, foram realizadas avaliações de produtividade, determinação da incidência e severidade de ferrugem e cercosporiose, análise visual de produtividade, ferrugem e cercosporiose, frutos chochos (%), peneira 17 e acima (%) e grão moca (%). A produtividade foi avaliada para sete safras (2012/2013 a 2018/2019) e as demais características avaliadas na safra 2018/2019. Adotou-se a metodologia dos modelos mistos REML/BLUP, e foram calculados os ganhos de seleção para cada progênie, utilizando-se o índice de seleção de soma de postos (I_{MM}) proposto por Mulamba e Mock (1978). Para aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos, utilizou-se uma intensidade de seleção de 20,58% (14 progênies) na composição da seleção das progênies superiores. As progênies P36 [H 29-1-8-5 (III.5) planta 3], P26 [H 32-11-17-4 (I.4) planta 2], P35 [H 29-1-8-5 (III.5) planta 2], P41 [H 136-1-19-7 (III.28) planta 4], P1 [H 29-1-8-5 (I.5) planta 1], P7 [H 136-1-14-14 (II.23) planta 1], P10 [H 32-11-17-4 (III.4) planta 1], P12 [H 32-11-17-4 (III.4) planta 5], P3 [H 29-1-8-5 (I.5) planta 4], P27 [H 136-1-19-4 (II.27) planta 1], P38 [H 29-1-8-5 (II.5) planta 4], P56 [H 29-1-14-5 (III.8) planta 4], P11 [H 32-11-17-4 (III.4) planta 2] e P66 [H 136-1-19-7 (I.28) planta 1] destacaram-se como as mais promissoras na seleção. Foram correlacionadas a análise visual de produtividade e severidade à ferrugem e cercosporiose com a avaliação tradicional para esses caracteres. Concluiu-se que o método visual é satisfatório para distinguir as melhores e as piores progênies para as três características, com mais confiabilidade sobre a seleção para a produtividade.

Palavras-chave: Melhoramento genético. Índice de Mulamba e Mock. Ferrugem e Cercosporiose.

ABSTRACT

In order to select progenies productive and resistant to rust and less susceptibility to cercosporiose, a group of F_{4:5} progenies resulting from the crossing from Icatu and Catimor selections was evaluated. We evaluated 68 progenies equally divided in two experiments, besides two common controls - Catuaí Vermelho IAC 99 and Catuaí Amarelo IAC 62. The experiments were installed in February 2009 and conducted at the Experimental Farm of the Agricultural Research Company of the State of Minas Gerais - Epamig, located in the municipality of São Sebastião do Paraíso - Minas Gerais. A 6 x 6 lattice design was used, with three replications, consisting of 216 experimental plots in the two experiments, with a spacing of 3.2 x 0.80 meters. The experimental plot was composed of 6 plants. In the two experiments conducted, productivity evaluations, determination of the incidence and severity of rust and cercosporiose, visual analysis of productivity, rust and cercosporiose, % of sprouts, sieve% 17 and above were performed. Productivity was evaluated for seven harvests (2012/2013 to 2018/2019) and the other characteristics evaluated in the 2018/19 harvest. The methodology of the mixed models REML / BLUP was adopted and the selection gains for each progeny were calculated using the sum of points selection index (I_{MM}) proposed by Mulamba and Mock (1978). To increase the reliability of the obtained results, a selection intensity of 20.58% (14 progenies) was used in the selection composition of the superior progenies. Progenies P36 [H 29-1-8-5 (III.5) plant 3], P26 [H 32-11-17-4 (I.4) plant 2], P35 [H 29-1-8-5 (III.5) plant 2], P41 [H 136-1-19-7 (III.28) plant 4], P1 [H 29-1-8-5 (I.5) plant 1], P7 [H 136-1-14-14 (II.23) plant 1], P10 [H 32-11-17-4 (III.4) plant 1], P12 [H 32-11-17-4 (III.4) plant 5], P3 [H 29-1-8-5 (I.5) plant 4], P27 [H 136-1-19-4 (II.27) plant 1], P38 [H 29-1-8 -5 (II.5) plant 4], P56 [H 29-1-14-5 (III.8) plant 4], P11 [H 32-11-17-4 (III.4) plant 2] and P66 [H 136-1-19-7 (I.28) plant 1] stood out as the most promising in the selection. The visual evaluation of productivity and severity was correlated to rust and cercosporiose with the traditional evaluation for these characters. It was concluded that the visual method was satisfactory to distinguish the best and the worst progenies for the three characteristics, with more reliability on the selection for productivity.

Keywords: Genetic improvement. Index of Mulamba and Mock. Rust and Cercosporiose.

LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1 - Valores médios de temperaturas e acúmulo de precipitação no período de julho de 2017 a julho de 2018, no Campo Experimental de São Sebastião do Paraíso, MG.22
- Figura 2 - Intervalo da predição dos valores genéticos (BLUPs) de progênies F_{4:5} de cafeeiro quanto à severidade de cercosporiose e ferrugem da safra 2018/19 no Campo experimental da Epamig no município São Sebastião do Paraíso – MG.36
- Figura 3 - Intervalo da predição dos valores genéticos (BLUPs) de progênies F_{4:5} de cafeeiro quanto à incidência de cercosporiose e ferrugem da safra 2018/19 no Campo experimental da Epamig no município São Sebastião do Paraíso – MG.37
- Figura 4 - Intervalo da predição dos valores genéticos (BLUPs) da produtividade de progênies F_{4:5} de cafeeiro utilizando as seguintes estratégias: médias das 7 safras (modelo A), 7^a safra (modelo B) e análise conjunta (modelo C).....39
- Figura 5 - Correlação de Spearman entre os valores genéticos preditos (BLUPs) em diferentes estratégias de avaliação da produtividade de progênies F_{4:5} de cafeeiro: estratégia A (média das 7 safras com análise conjunta), estratégia B (7^a safra com análise conjunta) e estratégia C (média das 7 safras com a 7^a safra).39
- Figura 6 - Ganhos de seleção para os caracteres analisados via seleção direta e utilização do índice de seleção de soma de postos (IMM) proposto por Mulamba e Mock (1978).47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Progênes em geração $F_{4:5}$ avaliadas nos experimentos instalados no Campo experimental da EPAMIG em São Sebastião do Paraíso. UFLA, Lavras, MG, 2018.....	10
Tabela 2 -	Estimativas dos parâmetros genéticos para avaliação de severidade e incidência de ferrugem e cercosporiose em progênes $F_{4:5}$ de cafeeiro na safra de 2018/2019, no município de São Sebastião do Paraíso - MG.....	33
Tabela 3 -	Estimativas de parâmetros genéticos para avaliação de produtividade (PROD), rendimento (REN), porcentagem de grãos chochos (%GC), porcentagem de peneira 17 e acima (%P17+) e porcentagem de grãos moca (%GM) em progênes $F_{4:5}$ de cafeeiro, no município de São Sebastião do Paraíso-MG.....	38
Tabela 4 -	Correlações entre metodologias tradicionais e visuais para avaliação de produtividade e severidade de ferrugem e cercosporiose em progênes $F_{4:5}$ de cafeeiro, no município de São Sebastião do Paraíso -MG.....	42
Tabela 5 -	Coefficiente de coincidência entre melhores e piores progênes selecionadas entre metodologias tradicionais e visuais para avaliação de produtividade e severidade de ferrugem e cercosporiose em progênes $F_{4:5}$ de cafeeiro, no município de São Sebastião do Paraíso-MG.....	43
Tabela 6 -	Ranqueamento das 14 progênes mais promissoras ao Índice de Mulamba e Mock (1978).....	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.2.1	O fungo <i>Hemileia vastatrix</i>	12
2.2.2	O fungo <i>Cercospora coffeicola</i>	14
2.3	Melhoramento genético e resistência à ferrugem	16
2.4	Grupos de resistência à ferrugem: Icatu e Catimor	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	Localização e progênies selecionadas	22
3.2	Delineamento e parcela experimental.....	26
3.3	Instalação e condução do experimento	26
3.4	Variáveis analisadas	26
3.4.1	Avaliações agronômicas	26
3.4.2	Avaliações físicas no ‘café por derriza total’	28
3.5	Análises estatísticas	29
3.5.1	Análise conjunta dos experimentos	29
3.5.2	Análise das avaliações visuais.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1	Análise de caracteres de doença e produção.....	32
4.1.1	Caracteres de doenças: incidência e severidade de ferrugem e cercosporiose ...	32
4.1.2	Caracteres de produção: produtividade (safras 2012/13-2018/19), grãos chochos (%) , peneira 17 e acima (%) e rendimento	38
4.2	Análise visual	41
4.3	Índice de Mulamba e Mock (1978)	44
5	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS	49
	ANEXO A.....	49

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a cultura cafeeira desponta-se como uma das mais importantes *commodities* brasileiras. Ao longo de toda a sua cadeia produtiva, o café é responsável por gerar renda e emprego aos seus participantes, garantindo sustentabilidade econômica para a atividade.

Além da importância interna da atividade no contexto do comércio internacional, o Brasil é o maior exportador mundial da *commodity*, sendo esta cultura, importante geradora de divisas para o país. Salienta-se que esse cenário de grande *player* mundial, ocorre em uma conjuntura de muitos desafios que são inerentes à atividade agrícola, como aqueles relacionados aos riscos de variação de mercado, mudanças climáticas, manutenção da sanidade vegetal e proteção de plantas.

Um dos desafios que cerceiam a expansão da cultura cafeeira envolve a incidência de doenças e pragas. Dentre essas, destacam-se a ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) e a cercosporiose (*Cercospora coffeicola*). Esses patógenos constituem pertinentes problemas fitossanitários do cafeeiro, causando sérios prejuízos como a desfolha, redução da produtividade e rendimento e perda na qualidade do café (REZENDE et al., 2011; SOUZA; MAFFIA; MIZUBUTI, 2012; ZAMBOLIM, 2016). Isso explicita, portanto, a relevância do controle dessas doenças, uma vez que a ocorrência reduz consideravelmente a rentabilidade do cafeicultor.

Uma alternativa à utilização de produtos químicos para o controle da ferrugem e da cercosporiose poderia advir, por exemplo, do melhoramento genético. Conforme destacam Cardoso et al. (2016), o desenvolvimento de programas de melhoramento genético restabelece uma possibilidade de a cafeicultura brasileira ser mais sustentável, podendo aumentar a rentabilidade do produtor e criar sistemas de cultivo mais estáveis capazes de proporcionar longevidade para as lavouras.

Apesar do caráter mais sustentável do melhoramento genético, são muitos os desafios para a aplicação dessa técnica na busca de cultivares resistentes e/ou tolerantes à ferrugem e cercosporiose do cafeeiro. Dentre esses desafios, sobressai-se a frequente quebra de resistência de algumas cultivares à ferrugem, que é decorrente do surgimento de novas raças do patógeno (SERA et al., 2010), e a escassez de estudos a fim de identificar as fontes de resistência e promover o desenvolvimento de cultivares resistentes à cercosporiose (BOTELHO et al., 2017).

Para superar esses desafios, faz-se necessário, portanto, investimentos em programas de melhoramento genético de cafeeiro capazes de selecionar progênies com caracteres

agronômicos desejáveis, como: produtividade elevada; alto vigor vegetativo; baixa porcentagem de frutos ‘chochos’; peneira alta e; baixa porcentagem de grãos tipo ‘moca’. A partir de investimentos na área, torna-se possível reduzir o custo de produção pela diminuição do número de aplicações de defensivos agrícolas e, também, gera uma melhora na qualidade do produto.

Neste trabalho, objetivou-se selecionar progênies produtivas e resistentes à ferrugem e com menor suscetibilidade à cercosporiose, num grupo de progênies F_{4:5} resultantes do cruzamento oriundos de seleções de Icatu Vermelho IAC 2942 e Catimor UFV 1340.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem, causas e consequências da ferrugem e da cercosporiose do cafeeiro

2.1.1 O fungo *Hemileia vastatrix*

O fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. é o agente etiológico da ferrugem do cafeeiro, popularmente conhecido como ferrugem alaranjada do cafeeiro por possuir coloração amarelo-alaranjada. Quando detectada a presença do fungo, a ferrugem reduz consideravelmente a produtividade da cultura (ZAMBOLIM et al., 1997) e, por tal motivo, é desejável o desenvolvimento de pesquisas que objetivam o seu controle.

Um exemplo do efeito do fungo sobre a redução da produtividade do café pode ser ilustrado quando do seu descobrimento, datado de meados do século XIX, na região do atual Sri-Lanka. Na ocasião, o fungo atingiu fortemente as lavouras de café e extinguiu esta cultura da região (LARGE, 1940).

No Brasil, a detecção da presença do fungo foi inicialmente constatada na região sul do estado da Bahia, em janeiro de 1970. Quatro meses após a primeira detecção, a doença foi diagnosticada em cafeeiros presentes em quase todos os estados do país (KOHLHEPP et al., 2014). Quanto ao modo de chegada da ferrugem do cafeeiro no Brasil, Carvalho, Chalfoun e Cunha (2010) lançaram duas hipóteses: a primeira devido a esporos sobre mudas de cacau trazidas da África e; a segunda, aos esporos transportados por correntes de ar da África.

Ressalta-se que a incidência da ferrugem não é um fenômeno nacional, sendo verificada em todas as regiões cafeeiras do mundo. Avelino et al. (2015) mencionam que, a partir do ano de 2012, sucedeu uma epidemia da doença ferrugem do cafeeiro na América Central e do Sul, em específico nos países da Nicarágua, Equador, El Salvador, Panamá e Honduras, onde as perdas foram estimadas na faixa de 30 a 90% da produção.

De acordo com Várzea e Marques (2005), o Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro localizado na cidade de Oeiras, Portugal, identificou mais de 50 raças de *H. vastatrix*. No Brasil, 15 dessas raças foram identificadas em *Coffea arabica* L., a saber: I (v2v5), II (v5), III (v1v5), VII (v3v5), X (v1v4v5), XIII (v5v7), XV (v4v5), XVI (v1v2v3v4v5), XVII (v1v2v5), XXII (v5v6), XXIII (v1v2v4v5), XXIV (v2v4v5), XXV (v2v5v6), XXXIII (v5v7 ou v5v7v9) e XXXVII (v2v5v6v7v9); sendo que o mais prevalente foi aquele com raça II (v5) (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005; FAZUOLI et al., 2005; CABRAL et al., 2009;

CAPUCHO et al., 2012). Já em *Coffea canephora* var. conilon, foram identificadas três raças fisiológicas: I (v2v5), II (v5) e III (v1v5) (ZAMBOLIM, 2016).

Quanto às causas de proliferação dessa doença, Japiassú et al. (2007) destacam a interação entre o patógeno e os fatores ambientais, que proporcionam a proliferação do fungo e dependem de diversos aspectos, como aqueles relacionados a mudanças climáticas e ao manejo da cultura.

Um desses fatores climáticos que merece destaque é a temperatura. A germinação de uredósporos de *H. vastatrix* ocorre de maneira ótima a 22,0 °C, enquanto que este decurso é inibido em temperaturas abaixo de 15 °C e acima de 28,5 °C. Na temperatura ótima de germinação (22,0 °C), o período de incubação (tempo desde a germinação até o aparecimento dos sintomas) e o período latente (tempo desde a germinação até o aparecimento de sinais) variam de 29 a 62 dias e de 38 a 70 dias, respectivamente (CAMARGO; BERGAMIN FILHO, 2005).

Para analisar a ótica das consequências da presença do fungo, deve-se considerar a interação entre patógeno e hospedeiro. Cabe destacar, que uma característica importante do fungo (*Hemileia vastatrix*) é a biotrofia, que se refere à necessidade de o patógeno nutrir-se de células vivas, resultando no seu desenvolvimento e reprodução (MENDGEN; HAHN, 2002). O patógeno se aloja nas folhas, com os primeiros sintomas causando manchas cloróticas com 1-3 milímetros de diâmetro na face abaxial da folha. Poucos dias após o alojamento do patógeno, essas manchas crescem, atingindo 1-2 centímetros de diâmetro. Na face abaxial, desenvolvem-se massas pulverulentas de coloração amarelo-alaranjada, formadas por uredósporos (esporos) do patógeno. Quando se verifica intensa severidade do fungo, grande extensão do limbo foliar pode ser coberta (CARVALHO; CHALFOUN; CUNHA, 2010).

Por ser uma doença foliar, a ferrugem do cafeeiro causa desfolha das plantas como resultado da redução da área fotossinteticamente ativa. Como consequência, ocorre a morte dos ramos plagiotrópicos que afetam o florescimento e o pegamento de frutos e, conseqüentemente, compromete a safra futura (CUNHA; MENDES; CHALFOUN, 2004).

Em relação aos fatores relacionados ao manejo da doença, Japiassú et al. (2007) verificaram que a infecção da ferrugem aumentou significativamente em cafeeiros com alta carga pendente. Os autores também ressaltaram que as altas precipitações, conciliadas com temperaturas favoráveis à proliferação do patógeno nas lavouras, poderiam causar dificuldades na execução dos tratamentos fitossanitários em períodos suscetíveis à proliferação do fungo.

Uma vez verificada a presença do fungo, o seu controle envolve principalmente o uso de fungicidas protetores e sistêmicos, salientando-se todos os cuidados e controles na utilização de defensivos agrícolas, tanto sob a ótica ambiental quanto humana (CAMPANHOLA; BETTIOL, 2003).

O grande desafio para um cultivo sustentável está na obtenção de novas cultivares de café portadoras de resistência à ferrugem e que possam dispensar, total ou parcialmente, a aplicação de fungicidas, podendo assim, substituir as suscetíveis cultivares tradicionais de café arábica. Contudo, mesmo com a obtenção de novas cultivares, ainda se verifica o contínuo aparecimento de novas raças fisiológicas e que tem ocasionado a ‘quebra’ de resistência (CASTRO, 2016).

2.1.2 O fungo *Cercospora coffeicola*

Além da ferrugem, outra doença de impacto sobre a cultura é a cercosporiose. Pelo fato de os sintomas da doença conferirem manchas foliares circulares de coloração castanho-clara à escura e com o centro branco-acinzentado, comumente envolvida por um halo amarelo, é popularmente conhecida como mancha de olho pardo (SOUZA et al., 2015).

De acordo com Zambolim, Martins e Chaves (1985), a cercosporiose, causada pelo fungo *Cercospora coffeicola* Berk e Cooke, foi relatada no Brasil a partir do ano de 1887. Considerada como uma das mais antigas doenças dos cafeeiros, pode provocar perdas de até 50% na produção em um cenário de ausência de manejo adequado e condições favoráveis ao seu desenvolvimento (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

Conforme Martins, Maffia e Mizubuti (2008), as estruturas morfológicas da espécie *C. coffeicola* podem ser observadas no centro das lesões e em ambas as partes da folha, sendo formada por estruturas reprodutivas, conidióforos e conídios. As condições ideais de desenvolvimento do fungo ocorrem em cenário de umidade relativa elevada e temperaturas para crescimento e germinação de 24 °C e 30 °C, respectivamente.

O fungo é capaz de esporular em toda a extensão adaxial do limbo foliar, com prevalência nas folhas mais velhas e nos frutos. Isso ocorre em qualquer uma das fases do desenvolvimento do café, desde a formação de mudas até as lavouras adultas, causando sérios prejuízos como a desfolha, redução da produtividade, rendimento e perda na qualidade do café (REZENDE et al., 2011; SOUZA; MAFFIA; MIZUBUTI, 2012).

Uma particularidade da espécie que foi relatado por Upchurch et al. (1991) é a produção de uma micotoxina fotossensível - cercosporina - que acarreta na morte das células do hospedeiro ao romper a membrana e, desse modo, o fungo passa a ter acesso aos nutrientes presentes no espaço intercelular.

O progresso dessa doença é facilitado por fatores relacionados ao patógeno, ao hospedeiro e ao ambiente. Dentre esses fatores, e de acordo com Vale (2016), a deficiência nutricional e o estresse hídrico são as causas que acarretam na maior incidência e severidade da cercosporiose. Petek et al. (2007) observaram aumento da severidade da cercosporiose devido à redução de aplicações de fungicidas cúpricos nas lavouras cafeeiras devido ao lançamento de cultivares resistentes à ferrugem. Além disso, Martins, Maffia e Mizubuti (2008) também citam como determinantes para a proliferação da doença, o uso de novas técnicas de produção, mudanças climáticas, estresse produtivo devido à alta carga pendente, desequilíbrios nutricionais e variabilidade genética dos fungos fitopatogênicos.

As alterações genéticas em patógenos, assunto pouco explorado na literatura sobre o tema, são aspectos dignos de preocupação sob o ponto de vista fitossanitário, à medida em que estes podem se tornar ainda mais virulentos e de difícil controle (VALE, 2016).

Alguns estudos como os desenvolvidos por Petek et al. (2007) e Rezende et al. (2011) relatam a existência de resistência parcial e variabilidade genética da *Cercospora coffeicola* no processo de infecção, de modo que patógenos da mesma espécie podem se comportar de maneira diferente nos hospedeiros. Portanto, torna-se necessário a realização de pesquisas adicionais, a fim de identificar as fontes de resistência e promover o desenvolvimento de cultivares resistentes à cercosporiose.

Botelho et al. (2017) avaliaram a resistência genética à cercosporiose em 124 acessos do banco ativo de germoplasma do estado de Minas Gerais, e oito cultivares comerciais de *C. arabica* L., além da determinação da melhor maneira de realizar seleções precoces de variedades conduzidas em casa de vegetação. Os autores detectaram variabilidade genética para resistência à *Cercospora coffeicola*, nos acessos do germoplasma analisados, destacando-se os genótipos que apresentaram maior nível de resistência: Sarchimor MG 8840, seguido pelo Guatenano e o Híbrido de Timor UFV 377-34, UFV 376-14 BE 5 e o Wush-Wush x Timor-Leste Hybrid UFV 366-08. Os autores ainda mencionam que melhorias genéticas poderiam ser obtidas por uma seleção mais precisa por meio de repetições experimentais em diferentes épocas.

Portanto, nos programas de melhoramento genético para o manejo de doenças, buscase constantemente gerar cultivares com resistência múltipla e duradoura aos fitopatógenos, e a identificação de fontes de resistência a esta doença se torna cada vez mais relevante para entender a variabilidade dentro de uma espécie, permitindo um controle mais eficaz da doença. (VALE, 2016; PATRICIO; BRAGHINI; FAZUOLI, 2010.)

2.2 Melhoramento genético e resistência à ferrugem

De acordo com Carvalho (1986), o melhoramento genético do cafeeiro no Brasil teve início na década de 30, por meio da Seção de Genética do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Desde então, os estudos de melhoramento têm contribuído efetivamente para o desenvolvimento científico e tecnológico da cafeicultura, incorporando características na planta do gênero *Coffea* por meio de cruzamentos, incorporação de alelos que conferem resistência às pragas e doenças e outras características de interesse agrônomo (FRITSCHÉ-NETO; BOREM, 2012).

Conforme Pereira et al. (2015), o processo de seleção e disponibilidade de tempo até o lançamento de cultivares nos programas de melhoramento genético, é resultante de anos de estudos para selecionar indivíduos com características potencialmente desejáveis, mas estão sendo estudadas técnicas auxiliares para almejar a redução desse tempo de seleção.

Neste cenário, para o alcance do sucesso nessa área de pesquisa, Cruz (1998) e Ramalho et al. (2012) relataram a necessidade de realizar um planejamento estratégico antes de iniciar o programa de melhoramento de plantas, tais como: possuir informações sobre a espécie a ser melhorada, a variabilidade genética dos germoplasma, os métodos de melhoramento a serem utilizados, habilidade do melhorista, equipe especializada, além de recursos físicos e financeiros para condução do programa de melhoramento.

O modo de reprodução da espécie é um dos fatores que definem os métodos de melhoramento genético. Para a cultura do cafeeiro, de acordo com Carvalho e Krug (1949), a espécie *C. arabica* é a única do gênero *Coffea* L., tetraploide ($2n = 44$ cromossomos), autocompatível e que se comporta como planta predominantemente autógama, apresentando uma baixa frequência de alogamia (em torno de 10%) em razão da atividade de insetos visitando flores de diferentes plantas.

No melhoramento das espécies autógamas, Martinez, Torregroza e Roncallo (1988) relataram que as hibridações acontecem para conjugar em um só genótipo o maior número de

fatores desejáveis dos genitores e, que a escolha destes é fundamental no êxito do método para obtenção de populações segregantes.

Ainda de acordo com Martinez, Torregroza e Roncallo (1988), a condução de populações segregantes tem a finalidade de obter indivíduos homozigotos por meio de sucessivas autofecundações, ou seja, o aumento da frequência de homozigotos é obtido com o avanço de gerações de autofecundações, seguido da aplicação de um método na seleção de plantas com características de grande relevância.

O procedimento para a condução da população segregante amplamente utilizado nos programas de melhoramento do cafeeiro é o método genealógico (SAKIYAMA, 2000; PAIVA, 2009; BOTELHO et al., 2015; CARDOSO et al., 2016), vantajoso por realizar uma seleção efetiva dos melhores genótipos e, posteriormente, um possível lançamento de cultivar.

Após a constatação da ferrugem do cafeeiro no Brasil, além do IAC, outras instituições de pesquisa como a Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Fundação PROCAFÉ e o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), desenvolveram programas de melhoramento para o estudo da resistência à ferrugem e surgimento de novas raças do patógeno (PEREIRA et al., 2012).

Dessa forma, a resistência de um hospedeiro pode ser definida como a capacidade de a planta restringir, ou mesmo de prevenir, a multiplicação e/ou subsequente atividade de um patógeno em seus tecidos, o que permite avaliar o grau de severidade da patologia. Segundo Bergamin Filho, Kimati e Amorim (1995), nas relações patógeno-hospedeiro, há dois tipos de resistência: verticais, também chamadas de raça-específica e; horizontais, conhecidas como raça-inespecífica. Essas resistências têm sido amplamente utilizadas no melhoramento de plantas, visando resistência às moléstias.

Ainda de acordo com Bergamin Filho, Kimati e Amorim (1995), a resistência vertical é caracterizada, principalmente, pela presença da interação diferencial entre o hospedeiro e o patógeno. Já a resistência horizontal, por sua vez, possui ausência dessa interação. A maior parte das informações existentes na literatura mostram que a resistência vertical confere proteção completa contra determinada moléstia, mas não de maneira permanente. Por outro lado, a resistência horizontal condiciona proteção incompleta, mas permanente. A resistência horizontal é estável (permanente), por ser baseada em mecanismos de resistência que estão fora do alcance do parasita. Cabe destacar que, se verificada a resistência vertical, não necessariamente significa que exista a resistência horizontal, e vice-versa.

No entanto, a quebra da resistência de algumas cultivares com resistência vertical, tem limitado a utilização por um período longo no campo. Em contrapartida, a superação da resistência horizontal, quando ocorre, é pequena, e raramente constitui uma perda completa. Enquanto uma única alteração genética no patógeno é suficiente para vencer a resistência vertical, condicionada por um único ou poucos genes, são necessárias diversas alterações genéticas para o patógeno vencer a resistência horizontal (VANDERPLANK, 1963).

Uma das formas de melhorar a manutenção da resistência do cafeeiro à ferrugem, pode, entretanto, conciliar a resistência vertical e horizontal nas cultivares melhoradas (BARBOSA et al., 2005).

Bettencout et al. (1988) relataram a existência de nove genes que conferem resistência à *H. vastatrix*, verificados isoladamente ou em associação às cultivares de café. Estes genes foram designados com a sigla SH e seguidos por números de identificação de 1 a 9 (SH1 até SH9). Ainda de acordo com Bettencout et al. (1988), foi verificado que a resistência de cafeeiros às raças fisiológicas de ferrugem é condicionada por fatores dominantes e aparentemente independentes, ainda com possibilidade de apresentar fatores genéticos não identificados.

A diversidade genética existente para o fungo *Hemileia vastatrix* hospedeiro de várias espécies de *Coffea* spp. foram relatadas por Cabral et al. (2016). A partir de várias constatações, a reprodução dos programas de melhoramento genético carece do desenvolvimento de cultivares de café que possuam resistência durável para o patógeno altamente ajustável e variável. Dessa forma, tem-se dado ênfase nos programas de pesquisa de melhoramento genético do cafeeiro, a análise do desenvolvimento vegetativo e de adaptabilidade de genótipos resistentes à ferrugem, que estão espalhadas em diversas regiões produtoras de café.

2.3 Grupos de resistência à ferrugem: Icatu e Catimor

Segundo Fazuoli (1991), a população Icatu originou-se de um cruzamento interespecífico realizado em 1950, no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), entre plantas selecionadas de *Coffea canephora* cv Robusta com o número de cromossomos duplicado (tetraplóide) e *Coffea arabica* L. cv Bourbon Vermelho, resultante também da duplicação do número de cromossomos de um cafeeiro haplóide. Quatro anos depois foram realizados os primeiros retrocruzamentos com cafeeiros selecionados de cultivares de café arábica e, posteriormente, outros retrocruzamentos foram efetuados e avançaram gerações de

autofecundação, obtidas de forma espontânea. Aos cafeeiros obtidos de até três retrocruzamentos de gerações de autofecundação, nomeou-se de Icatu.

A partir da década de 70, no estado de Minas Gerais, progênies da cultivar Icatu foram inseridas a partir de material segregante proveniente do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, sendo avaliadas e selecionadas em várias regiões produtoras do estado (MENDES; GUIMARÃES, 1998).

Conforme apresentado por Mônaco, Carvalho e Fazuoli (1975), a população Icatu tem apresentado características desejáveis, como grande vigor vegetativo, boa produtividade e graus variados de resistência à *Hemileia vastatrix*. Essa existência de variabilidade genética entre populações estudadas permite a seleção de progênies superiores e promissoras para obtenção de novas cultivares.

O germoplasma Icatu vem sendo muito utilizado nos programas de melhoramento, destacando-se também, pelas características de rusticidade, granulometria (peneira alta), qualidade de bebida superior e, principalmente, variabilidade para resistência à ferrugem. Essa resistência à ferrugem vem desde a aparente imunidade até a completa suscetibilidade, ou seja, esse material, além de possuir resistência vertical, possui também resistência de natureza não específica ou horizontal (BOTELHO et al., 2010; BONOMO et al., 2004; CARVALHO et al., 2009; PEREIRA et al., 2013).

Na literatura, são encontrados diversos trabalhos referentes à seleção de progênies oriundas do cruzamento Icatu com outros materiais de resistência à ferrugem.

Pereira et al. (2013), analisaram a eficiência da seleção de progênies F₄ do cruzamento entre cultivares do grupo Icatu com Catuaí Amarelo IAC 62 e IAC 17 e com as progênies IAC 5002 e IAC 5010 para características agrônômicas, resistência à ferrugem e reação à cercosporiose. O experimento foi instalado no Campo Experimental da EPAMIG no município de Machado-MG, adotando a metodologia de modelos mistos a partir dos parâmetros genéticos obtidos do procedimento REML/BLUP. Os autores verificaram um maior sucesso na seleção entre famílias para todos os caracteres avaliadas, apresentando para a ferrugem uma precisão na seleção de 93%. Concluíram também, que a adoção de uma experimentação com quatro colheitas pode elevar a acurácia a 80% na seleção de indivíduos para as características produção, reação à ferrugem e vigor vegetativo, com destaque para a progênie H 141-17-46 Cova 9 apresentando maiores ganhos simultâneos.

Outra população do germoplasma resistente à *Hemileia vastatrix* Berk. & Br, introduzida no Brasil destacou-se a partir da combinação CIFC HW 26, resultante do

cruzamento de Caturra Vermelho com Híbrido de Timor, proveniente de pesquisas realizadas pelo Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro – CIFIC. Os descendentes desse cruzamento receberam a denominação de Catimor. Embora seleções iniciais dessa população apresentassem baixo vigor vegetativo, algumas progênes têm se sobressaído com elevada resistência à ferrugem e com produções semelhantes às cultivares de Catuaí (SEVERINO et al., 2000; ZAMBOLIM et al., 2000). Isso porque, os pontos fenotípicos do Híbrido de Timor assemelham-se ao *Coffea arabica* L., demonstrando boa variabilidade de caracteres agronômicos, em que se pode destacar o vigor vegetativo, a produtividade, o tamanho e o formato de grãos (BETTENCOURT; CARVALHO, 1968).

Fundamentado nas duas populações citadas anteriormente, Icatu e Catimor, alguns estudos foram desenvolvidos para selecionar progênes oriundas desse cruzamento com a finalidade de observar a resistência efetiva à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e lançamento de possíveis cultivares.

Botelho (2006) objetivou avaliar o desempenho de progênes medido pela produtividade e resistência à ferrugem em seis colheitas (safras de 2001/2002 a 2006/2007) realizadas em quatro localidades do estado de Minas Gerais (Três Pontas, Machado, São Sebastião do Paraíso e Campos Altos), com 43 progênes F₄ de café do cruzamento Icatu e Catimor e, como testemunha, utilizou a cultivar Rubi MG 1192. O autor verificou que as progênes avaliadas apresentaram variabilidade para produção e para resistência à ferrugem, aliado com elevadas médias de produtividade, comprovada resistência à ferrugem e alto vigor vegetativo.

Também foi constatado por Botelho (2006), a possibilidade de selecionar progênes superiores na população estudada, com potencial de serem lançadas como cultivares produtivas e resistentes à ferrugem, destacando as progênes que apresentaram maior produtividade, associado à baixa incidência e severidade de ferrugem e bom vigor vegetativo na localidade de Três Pontas: H29-1-8-5, H-29-1-9-8, H-30-3-14-19, H-32-3-15-20, H-32-11-17-4 e H 136-1-14-10; Machado: H-29-1-8-5, H-29-1-8-16, H-29-1-9-8, H-29-1-14-5, H-32-3-15-20 e H-32-11-17-4; São Sebastião do Paraíso: H-32-3-15-20 e H-32-11-17-4; e Campos Altos: H-29-1-8-16, H-29-1-9-8, H-30-3-14-19, H-32-3-15-20, H-32-11-17-4, H-86-1-7-11. Quando analisados conjuntamente os locais, as progênes que se destacaram foram as H-32-3-15-20 e H-32-11-17-4.

O estudo de Botelho (2006) foi capaz de demonstrar que é possível selecionar progênes superiores com base na produção e resistência à ferrugem de modo a destacar o lançamento da cultivar MGS Aranãs, que originou-se do cruzamento das cultivares Icatu Vermelho IAC 3851-

2 e Catimor UFV 1602-215 na geração F₄, iniciado em 1985 no Campo Experimental da EPAMIG em São Sebastião do Paraíso no estado de Minas Gerais, ambas portadoras de resistência genética ao agente causador da ferrugem do cafeeiro.

De acordo com o Consórcio Pesquisa Café - CPC (2018), a cultivar MGS Aranãs apresenta resistência à ferrugem, tem alta produtividade e se destaca por seus grãos graúdos e bebida de qualidade, com adaptação às principais regiões cafeeiras de Minas Gerais, e ainda outros estados brasileiros aptos à espécie *Coffea arabica* L.

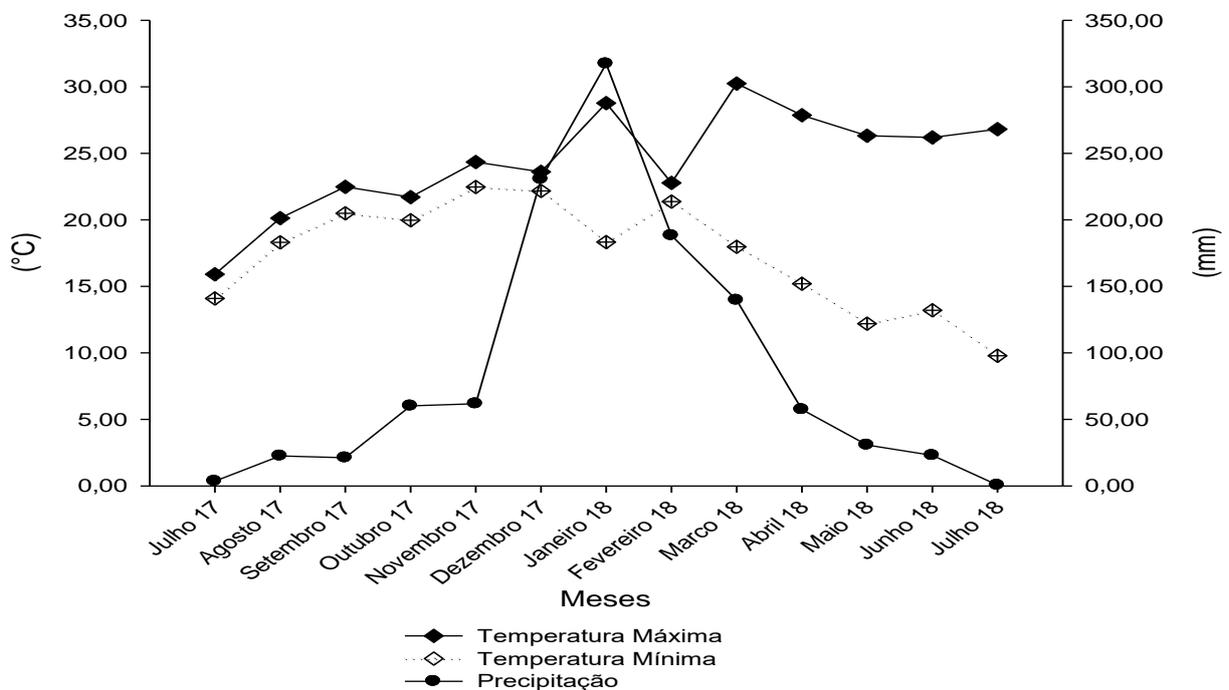
A partir do lançamento da cultivar obtida na geração F₆, o programa de melhoramento genético da EPAMIG deu continuidade ao avanço de gerações, a fim de selecionar progênies da geração F_{4.5} proposta por este trabalho, devido ao grande potencial de progênies encontradas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e progênies selecionadas

Os experimentos foram instalados em fevereiro de 2009 e encontram-se na sétima safra, sendo conduzidos no campo experimental da Empresa de Pesquisas Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de São Sebastião do Paraíso, região sudoeste do estado de Minas Gerais. A área experimental se encontra a 890 metros de altitude, coordenada geográfica 20° 55' S de latitude Sul e 46° 55' W de longitude Oeste, com uma temperatura média de 20,9°C e 1157 mm de precipitação média no ano agrícola 2017/2018 (FIGURA 1). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico com textura argilosa e relevo suavemente ondulado.

Figura 1 - Valores médios de temperaturas e acúmulo de precipitação no período de julho de 2017 a julho de 2018, no Campo Experimental de São Sebastião do Paraíso, MG.



Fonte: INMET (2019).

Neste estudo, foram avaliadas 68 progênies em geração F_{4:5}, sendo dois experimentos de 34 progênies/cultivares. O primeiro disposto com códigos alfanuméricos de P1 a P34 e o

segundo de P35 a P68 (ver descrição na TABELA 1). As testemunhas em comum foram duas cultivares comerciais, a saber: Catuaí Vermelho IAC 99 e Catuaí Amarelo IAC 62. Essas progênies foram obtidas a partir do avanço de gerações provenientes do trabalho desenvolvido por Botelho (2006).

Tabela 1 - Progênies em geração F_{4.5} avaliadas nos experimentos instalados no campo experimental da EPAMIG em São Sebastião do Paraíso. UFLA, Lavras, MG, 2018. (continua...)

Tratamento	Progênies / cultivares	Tratamento	Progênies / cultivares
P1	H 29-1-8-5 (I.5) planta 1	P35	H 29-1-8-5 (III.5) planta 2
P2	H 29-1-8-5 (I.5) planta 3	P36	H 29-1-8-5 (III.5) planta 3
P3	H 29-1-8-5 (I.5) planta 4	P37	H 29-1-8-5 (III.5) planta 4
P4	H 29-1-8-5 (I.5) planta 5	P38	H 29-1-8-5 (II.5) planta 4
P5	H 29-1-9-8 (II.7) planta 1	P39	H 136-1-19-7 (III.28) planta 1
P6	H 29-1-9-8 (II.7) planta 4	P40	H 136-1-19-7 (III.28) planta 2
P7	H 136-1-14-14 (II.23) planta 1	P41	H 136-1-19-7 (III.28) planta 4
P8	H 29-1-3-12 (III.2) planta 3	P42	H 136-1-19-7 (III.28) planta 5
P9	H 29-1-3-12 (III.2) planta 5	P43	H 29-1-8-16 (III.16) planta 1
P10	H 32-11-17-4 (III.4) planta 1	P44	H 29-1-8-16 (III.16) planta 3
P11	H 32-11-17-4 (III.4) planta 2	P45	H 136-1-19-4 (II.27) planta 4
P12	H 32-11-17-4 (III.4) planta 5	P46	H 136-1-14-10 (I.22) planta 1
P13	H 29-1-8-16 (I.6) planta 1	P47	H 136-1-14-10 (I.22) planta 3
P14	H 29-1-8-16 (I.6) planta 4	P48	H 30-3-14-1-19 (II.12) planta 1
P15	H 29-1-9-8 (I.7) planta 1	P49	H 30-3-14-1-19 (II.12) planta 4
P16	H 29-1-9-8 (I.7) planta 3	P50	H 32-3-15-20 (II.13) planta 1
P17	H 29-1-9-8 (I.7) planta 5	P51	H 32-3-15-20 (II.13) planta 3
P18	H 29-1-14-5 (I.8) planta 3	P52	H 32-3-15-20 (II.13) planta 4
P19	H 136-1-4-3 (II.29) planta 4	P53	H 32-3-15-20 (II.13) planta 5
P20	H 136-1-14-10 (III.22) planta 2	P54	H 29-1-14-5 (III.8) planta 2
P21	H 30-3-14-1-19 (III.12) planta 1	P55	H 29-1-14-5 (III.8) planta 3
P22	H 30-3-14-1-19 (III.12) planta 3	P56	H 29-1-14-5 (III.8) planta 4
P23	H 30-3-14-1-19 (III.12) planta 5	P57	H 29-1-14-5 (III.8) planta 5

Tabela 2 - Progênies em geração F_{4:5} avaliadas nos experimentos instalados no campo experimental da EPAMIG em São Sebastião do Paraíso. UFLA, Lavras, MG, 2018. (conclusão)

P24	H 32-3-15-20 (I.13) planta 1	P58	Rubi 1192 (III.30) planta 1
P25	H 32-3-15-20 (I.13) planta 5	P59	Rubi 1192 (III.30) planta 2
P26	H 32-11-17-4 (I.4) planta 2	P60	Rubi 1192 (III.30) planta 5
P27	H 136-1-19-4 (II.27) planta 1	P61	H 136-1-19-4 (I.27) planta 1
P28	H 136-1-19-4 (II.27) planta 2	P62	H 136-1-19-4 (I.27) planta 2
P29	H 136-1-19-4 (II.27) planta 3	P63	H 136-1-19-4 (I.27) planta 3
P30	H 136-1-19-4 (II.27) planta 5	P64	H 136-1-19-4 (I.27) planta 4
P31	H 29-1-8-16 (II.6) planta 3	P65	H 136-1-19-4 (I.27) planta 5
P32	H 29-1-8-16 (II.6) planta 4	P66	H 136-1-19-7 (I.28) planta 1
P33	H 29-1-8-16 (II.6) planta 5	P67	H 136-1-19-7 (I.28) planta 4
P34	H 136-1-19-7 (II.28) planta 2	P68	H 29-1-9-8 (III.7) planta 1

Fonte: Da autora (2019).

3.2 Delineamento e parcela experimental

Os experimentos estão instalados em delineamento látice 6 x 6, com três repetições, sendo 72 tratamentos, constituindo 216 parcelas experimentais nos dois experimentos, com espaçamento de 3,2 metros entre linhas x 0,80 metros entre plantas. A parcela experimental é composta por 6 plantas.

3.3 Instalação e condução do experimento

A implantação e a condução do experimento foram realizadas conforme as recomendações agronômicas para a cultura do cafeeiro, desde o pré-plantio ao manejo da lavoura em produção, promovendo uma fertilidade adequada e o controle fitossanitário conforme a necessidade das plantas. O manejo fitossanitário foi executado a partir da utilização de defensivos agrícolas de forma preventiva e/ou curativa, monitorando a incidência ao ataque de pragas e de doenças. A aplicação ocorreu de forma efetiva e pontual, com exceção do controle químico à ferrugem e cercosporiose, visando a identificação e seleção de progênies resistentes à *Hemileia vastatrix* e com menor suscetibilidade à *Cercospora coffeicola*.

3.4 Variáveis analisadas

Nos dois experimentos conduzidos, foram realizadas avaliações de produtividade, determinação da incidência e severidade de ferrugem e cercosporiose denominadas de análise tradicional, análise visual de produtividade, ferrugem e cercosporiose, frutos chochos (%), peneira 17 e acima (%), grãos moça (%) e rendimento. A produtividade foi avaliada para sete safras (2012/2013 a 2018/2019) e as demais características avaliadas na safra 2018/19.

3.4.1 Avaliações agronômicas

- a) Produtividade (sacas ha⁻¹): a colheita foi realizada por meio da derriça total dos frutos, seguida da conversão para sacas ha⁻¹ de café beneficiado, de acordo com o rendimento real de cada genótipo, entre os meses de maio e junho de cada ano.
- b) Rendimento: expressos em litros de café colhido necessários para compor uma saca beneficiada de 60 kg, foram adotadas amostras de 4 litros de 'café por derriça total',

acondicionadas em redes plásticas até a secagem atingir em torno de 11,0% de teor de água. As amostras foram pesadas após o beneficiamento depois de secas para determinar o rendimento real de cada genótipo.

- c) Determinação da incidência e severidade da ferrugem: foram realizadas mensalmente, a partir de janeiro de 2018, totalizando cinco avaliações que antecederam a colheita. Conduziu-se a amostragens de folhas, onde foram coletadas seis folhas de cinco plantas do terceiro ou quarto par dos ramos plagiotrópicos ao acaso, sendo três de cada lado da linha e no terço médio das plantas, totalizando 30 folhas por parcela. A incidência em porcentagem foi estimada pelo número de folhas com sintomas da ferrugem divididos pelo número total de folhas da amostra. Para a determinação da severidade, utilizou-se a escala diagramática, com seis níveis de severidade: 0 (ausência de doença), 1 (menos do que 3% de severidade), 2 (de 3 a 6% de severidade), 3 (de 6 a 12% de severidade), 4 (de 12 a 25% de severidade) e 5 (de 25 a 50% de severidade). Esta escala tem como referência a avaliação visual proposta por Cunha et al. (2001). A partir os dados de incidência e severidade, estimados mensalmente, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para os dois caracteres (SHANER; FINNEY, 1977).
- d) Determinação da incidência e severidade da cercosporiose: foram realizadas cinco avaliações que antecederam a colheita juntamente com a avaliação de ferrugem, a partir de janeiro de 2018. A incidência foi determinada em porcentagem pelo número de folhas com sintomas da doença divididos pelo número total de folhas da amostra. Para severidade, foi utilizada uma escala diagramática de acordo com Custódio et al. (2011) apresentada com seis níveis de severidade: intervalos de 1-3, 3.1-6.0; 6.1-12.0; 12,1-18,0; 18.1-30,0; 30, 1-49,0% da área foliar doente. Os dados de incidência e severidade para cercosporiose, estimados mensalmente, também se calculou a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para cada caracter (SHANER; FINNEY, 1977).
- e) Análise visual de produtividade, ferrugem e cercosporiose: esses aspectos foram visualmente avaliados anteriormente à colheita, sendo:
 - i) O potencial de produtividade de cada planta foi estimado por meio de avaliação visual em litros de fruto cereja/planta, considerando-se o tamanho dos grãos, número de frutos/roseta e ramificação da planta.
 - ii) Segundo Petek, Sera e Fonseca (2008), a avaliação quanto a resistência à ferrugem foi realizada segundo uma escala de notas variando de 1 a 5, sendo: 1 (ausência de pústulas e reações de hipersensibilidade); 2 (poucas folhas com pústulas sem esporos 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) e 5; (alta quantidade de pústulas com alta produção de esporos e alta desfolha da planta).

- iii) Quanto à reação à cercosporiose: foi avaliada segundo uma escala de notas variando de 1 a 5 citado por Petek et al. (2007), sendo a nota 1 (correspondente a plantas que apresentam ausência de lesões); 2 (plantas com poucas lesões devido à doença); 3 (lesões espalhadas pela planta e alguns sintomas nos frutos); 4 (lesões nos frutos espalhadas pela planta e com manchas grandes e negras chegando às bordas das folhas); 5 (lesões grandes e negras espalhadas pela planta, frutos atacados e alguns ramos secos).
- f) Porcentagem de frutos ‘chochos’: a metodologia expressa em porcentagem é avaliada por meio de teste em que se utiliza 100 frutos maduros em um recipiente com água e, aqueles frutos que apresentaram menor densidade, ou seja, boiaram, são dados como ‘chochos’. Esta classificação foi proposta por Antunes Filho e Carvalho (1954).

3.4.2 Avaliações físicas no ‘café por derriça total’

Os grãos foram classificados conforme o tamanho e formato, determinado pelo crivo da peneira que o retém. Conforme Brasil (2003), essa classificação é feita por um jogo de peneiras que separa os grãos pelo formato e pelo tamanho. As peneiras têm crivos com diversas medidas e dois formatos diferentes: podem ser oblongos, para separar os cafés mocas, ou circulares, para separar os cafés chatos. Os crivos das peneiras são dados em frações de 1/64 de polegada e o número da peneira corresponde ao numerador da fração. Realizou essa classificação de acordo com as peneiras:

- a) Peneira 17 e acima (%): adota-se uma amostra com 300 gramas de café sem impurezas e pedaços de grãos, sendo passada pelo conjunto de peneiras (19/64 a 12/64 para grãos chatos e 13/64 a 08/64 para grãos tipo moca). Somam-se os pesos dos grãos retidos nas peneiras tamanho 17/64 e acima.
- b) Grãos tipo Moca (%): Somam-se os pesos dos grãos retidos nas peneiras de crivo oblongo (13,12,11,10,09 e 08/64).

3.5 Análises estatísticas

3.5.1 Análise conjunta dos experimentos

Os dados foram analisados com o auxílio do programa R, utilizando-se principalmente as bibliotecas lme4, asreml, psych e dplyr. Para as análises gráficas foram utilizadas principalmente a biblioteca ggplot2.

A abordagem foi realizada via modelos mistos. Os componentes de variância foram utilizados o procedimento de maximização da verossimilhança restrita (REML) e os valores genéticos aproximados das progênes foram preditos pelo procedimento BLUP - *Best linear unbiased prediction* (Melhor preditor linear não viesado).

Para análise dos dados avaliados na 7^a safra, nos dois experimentos, foi utilizado o seguinte modelo representado pela Equação 1.

$$y = Xm + Wb + Bp + Za + e \quad (1)$$

em que y é o vetor de observações; m é o vetor dos efeitos fixos dos experimentos, b é o vetor dos efeitos fixos das repetições, p é o vetor dos efeitos aleatórios de blocos dentro de repetição e experimento; a é o vetor dos efeitos aleatórios das progênes e testemunhas; e é o vetor dos efeitos aleatórios dos resíduos. X, W, B e Z representam as matrizes de incidência para os efeitos citados.

Para a análise dos dados de produtividade nas sete safras, nos dois experimentos, foi utilizado o modelo descrito pela Equação 2.

$$y = Xm + Wb + Bp + Za + Qt + Ul + An + e \quad (2)$$

em que y é o vetor de observações; m é o vetor dos efeitos fixos dos experimentos, b é o vetor dos efeitos fixos das repetições, p é o vetor dos efeitos aleatórios de blocos dentro de repetição e experimento; a é o vetor dos efeitos aleatórios das progênes e testemunhas; t é o vetor dos efeitos aleatórios de colheita; l é o vetor de efeitos aleatórios da interação entre progênes/testemunhas e colheitas; n é o efeito da interação aleatória entre colheitas e repetição; e é o vetor dos efeitos aleatórios dos resíduos. X, W, B, Z, Q, U e A representam as matrizes de incidência para os efeitos citados.

Analisando cada caracter individualmente, foram estimados os seguintes parâmetros: Média geral (μ); Variância genética entre progênes (σ_g^2); Variância residual (σ_e^2); Herdabilidade da média de progênes (h_p^2); Acurácia seletiva na média de progênes (r_{ap}); Coeficiente de variação genética de progênes (CV_g); e Coeficiente de variação residual (CV_e);

Foram calculados os ganhos de seleção para cada progênie via seleção direta e com a utilizando o índice de seleção de soma de postos (I_{MM}) proposto por Mulamba e Mock (1978) e descrito pela Equação 3. Não foi aplicado nenhum peso econômico externo aos caracteres.

$$I_{(MM)j} = \sum_{i=1}^n rij \quad (3)$$

em que $I_{(MM)j}$ é o valor do índice associado à progênie; i é a o ranking de uma progênie em relação ao j -ésimo caráter; n é o número de caracteres considerados no índice; rij é o posto associado a média fenotípica ajustada do genótipo i relativo ao caráter j .

3.5.2 Análise das avaliações visuais

Os dados de notas dadas a partir da avaliação visual produtividade e severidade de ferrugem e cercosporiose foram analisados utilizando o modelo descrito pela Equação 4.

$$y = Wb + Bp + Za + e \quad (4)$$

Em que y é o vetor de observações; m é o vetor dos efeitos fixos dos experimentos, b é o vetor dos efeitos fixos das repetições, p é o vetor dos efeitos aleatórios de blocos dentro de repetição; a é o vetor dos efeitos aleatórios das progênes e testemunhas; e é o vetor dos efeitos aleatórios dos resíduos. W , B e Z representam as matrizes de incidência para os efeitos citados.

Os dados da avaliação tradicional desses mesmos caracteres também foram avaliados com o objetivo de obter as correlações genotípicas, ambientais, fenotípicas e de postos (Spearman) entre os dois métodos de avaliação.

Para avaliar a eficiência de seleção das progênes pelo método visual, foi estimado o índice de coincidência (IC) para diferentes intensidades de seleção (IS) utilizadas (17,6, 23,5 e 35,3%), ou seja, a proporção de progênes superiores com o mesmo comportamento para as três características avaliadas, desconsiderando o efeito do acaso. Para o cálculo, foram utilizadas

apenas as 68 progênies, desconsiderando as testemunhas, sendo aplicada a expressão de Hamblin e Zimmermann (1986) descritos na Equação 5.

$$IC = \frac{A-C}{M-C} \times 100 \quad (5)$$

em que C é número de progênies superiores selecionadas, devido ao acaso. Assume-se que o número de progênies superiores selecionado, uma proporção igual a intensidade de seleção coincida por acaso; A é número de progênies superiores selecionadas, comum aos diferentes ambientes; M é número de progênies superiores selecionadas em um dos ambientes ou características.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de caracteres de doença e produção

A análise dos parâmetros genéticos e estatísticos permitem aferir a possibilidade de seleção de progênies superiores. Nesta seção, são apresentados os resultados dos estimadores e preditores genéticos para os sete caracteres avaliados, dispostos em dois grupos de apresentação: caracteres de doenças - incidência e severidade da ferrugem e da cercosporiose; e caracteres de produção - grãos chochos (%), rendimento, peneira 17 e acima (%), grãos moca (%) e produtividade.

4.1.1 Caracteres de doenças: incidência e severidade de ferrugem e cercosporiose

Quanto aos caracteres de doenças, a significância estatística da variância genética (σ_g^2) exhibe a presença de variabilidade genética entre as progênies (TABELA 2). Ou seja, existe a possibilidade de seleção de progênies superiores para a obtenção de ganhos advindos da seleção. Contudo, a possibilidade de seleção de genótipos superiores também é condicionada à herdabilidade (h_p^2), que expressa a relação entre a variância genotípica e a variância fenotípica. As herdabilidades obtidas para a avaliação da severidade foram de 75,61% para a severidade da ferrugem e de 49,79% para a cercosporiose. No caso da incidência, o h_p^2 foi de 75,04% e 58,04% para a ferrugem e cercosporiose, respectivamente.

De acordo com Bueno, Mendes e Carvalho (2001), a herdabilidade de um caracter se refere ao ganho genético obtido por meio da seleção. Essa é uma medida dependente do genótipo, da época, local, condições experimentais e interações entre genótipos e ambientes. Para uma seleção efetiva, um dos requisitos é que a herdabilidade do caracter seja alta, com a maior parte da variação fenotípica em função do genótipo do indivíduo.

A acurácia (r_{ap}) está associada à precisão na seleção e é muito utilizada na prática de seleção genotípica que correlaciona os valores preditos (*Best Linear Unbiased Prediction* - BLUP) com os valores genotípicos verdadeiros. De acordo com Sturion e Resende (2005), quanto maior o coeficiente r_{ap} , maior é a confiabilidade na avaliação e no valor genético predito do indivíduo. Observou-se valores de acurácia de aproximadamente 0,86 para ferrugem (incidência e severidade) representando magnitude alta, conforme os níveis de classificação de

acurácia disponibilizados por Resende (2002). Para a cercosporiose, a magnitude também foi alta, com valores de 0,70 para a severidade e de 0,76 para a incidência.

Tabela 2 - Estimativas dos parâmetros genéticos para avaliação de severidade e incidência de ferrugem e cercosporiose em progênies F_{4:5} de cafeeiro na safra de 2018/2019, no município de São Sebastião do Paraíso – MG.

Parâmetros	Severidade		Incidência	
	Ferrugem	Cercosporiose	Ferrugem	Cercosporiose
μ	2,554	26,822	893,622	1849,366
σ_g^2	1,257**	0,065**	118,677**	448,478**
σ_e^2	1,164	0,182	109,935	889,939
h_p^2	0,756	0,497	0,750	0,580
r_{ap}	0,869	0,705	0,866	0,762
CV_r	1,038	0,598	1,038	0,709
CV_g	342,080	39,003	36,188	14,395
CV_e	329,290	65,177	34,830	20,278

Nota: μ : média geral; σ_g^2 : variância genética entre progênies; σ_e^2 : variância residual; h_p^2 : herdabilidade da média de progênies; r_{ap} : acurácia seletiva na média de progênies; CV_g : coeficiente de variação genética de progênies; CV_e : coeficiente de variação residual; ** e ns: significância do teste χ^2 da razão de verossimilhanças (LRT) referentes ao nível de 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Fonte: Da autora (2019).

O coeficiente de variação relativa (CV_r) obtido pela razão entre CV_g e CV_e permite identificar em que nível a variabilidade dos caracteres está relacionada às causas genéticas ou ambientais. Segundo Vencovsky (1987), CV_r com valor igual ou superior a 1 mostra condição favorável à seleção. Assim, corroborando com os resultados de herdabilidade e acurácia seletiva, os CV_r foram maiores para severidade e incidência de ferrugem (1,03 e 1,03, respectivamente); enquanto que foram obtidos valores de 0,59 e 0,71 para severidade e incidência de cercosporiose.

Em resumo, os resultados apresentados na Tabela 2, indicam que é possível fazer a seleção de progênies superiores para esses caracteres e, também, há melhor qualidade de seleção para progênies mais resistentes para ferrugem do que para cercosporiose.

De acordo com Bernardo (2002) e Resende (2002), no contexto de modelos mistos, o procedimento BLUP foi desenvolvido por Henderson na década de 40 e o *Restricted maximum likelihood* - REML por Patterson e Thompson, em 1971. Bernardo (2002) afirma que estes modelos apresentam maior precisão quando comparado ao tradicional método ANOVA

(*Analysis of variance*), destacado pela potencialidade da metodologia aplicada ao melhoramento de plantas e outras áreas de conhecimento.

Para a cultura do café, Resende et al. (2001) evidenciou que a aplicação de modelos mistos (REML/BLUP) mostrou-se adequada para a estimação de parâmetros genéticos e para a predição de valores genotípicos, mesmo em um cenário de desbalanceamento apresentado pelos aspectos biológicos da cultura. Este desbalanceamento é resultante de diversos fatores, tais como: longo ciclo reprodutivo; bienalidade da produção; precocidade e longevidade produtiva; sobreposição de gerações e expressão dos caracteres ao longo de vários anos (SERA, 2001).

As predições dos valores genotípicos das progênes BLUP são resultantes do desvio em relação a média geral. O desempenho das progênes foi plotado em um gráfico do tipo *caterpillar plot*, em que o ‘ponto’ representa o valor predito (BLUP) de cada progênie e as linhas apresentam o erro associado à estimativa (FIGURAS 2 e 3).

A partir da avaliação do ranqueamento das progênes quanto às predições dos BLUPs (Figuras 2 e 3), foi verificado um grupo de progênes que se destacaram nos caracteres para a severidade e incidência da ferrugem, apresentando menores magnitudes (maior resistência à ferrugem). Esse grupo contém as progênes P10 [H 32-11-17-4 (III.4) planta 1], P53 [H 32-3-15-20 (II.13) planta 5], P26 [H 32-11-17-4 (I.4) planta 2], P11 [H 32-11-17-4 (III.4) planta 2], P12 [H 32-11-17-4 (III.4) planta 5], P36 [H 29-1-8-5 (III.5) planta 3], P24 [H 32-3-15-20 (I.13) planta 1], P25 [H 32-3-15-20 (I.13) planta 5], P15 [H 29-1-9-8 (I.7) planta 1], P56 [H 29-1-14-5 (III.8) planta 4], P64 [H 136-1-19-4 (I.27) planta 4], P41 [H 136-1-19-7 (III.28) planta 4], P1 [H 29-1-8-5 (I.5) planta 1] e P7 [H 136-1-14-14 (II.23) planta 1]. Esse resultado vai ao encontro daqueles obtidos por Botelho (2006) ao avaliar progênes F₄ resistentes à ferrugem, geração anterior a este trabalho, em que verificou-se o destaque para as progênes H 29-1-8-5, H 32-11-17-4, H 29-1-9-8, H 32-3-15-20, H 32-11-17-4, H 29-1-14-5 e baixa incidência e severidade à ferrugem.

As progênes que se destacaram resistentes à ferrugem apresentaram valores de BLUP de -16,32 a -0,75 para incidência e severidade, enquanto as testemunhas Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Vermelho IAC 99 apresentaram respectivamente magnitudes para severidade (2,30 e 1,84) e para incidência (23,90 e 18,36) (ANEXO A – TABELAS 9 e 10).

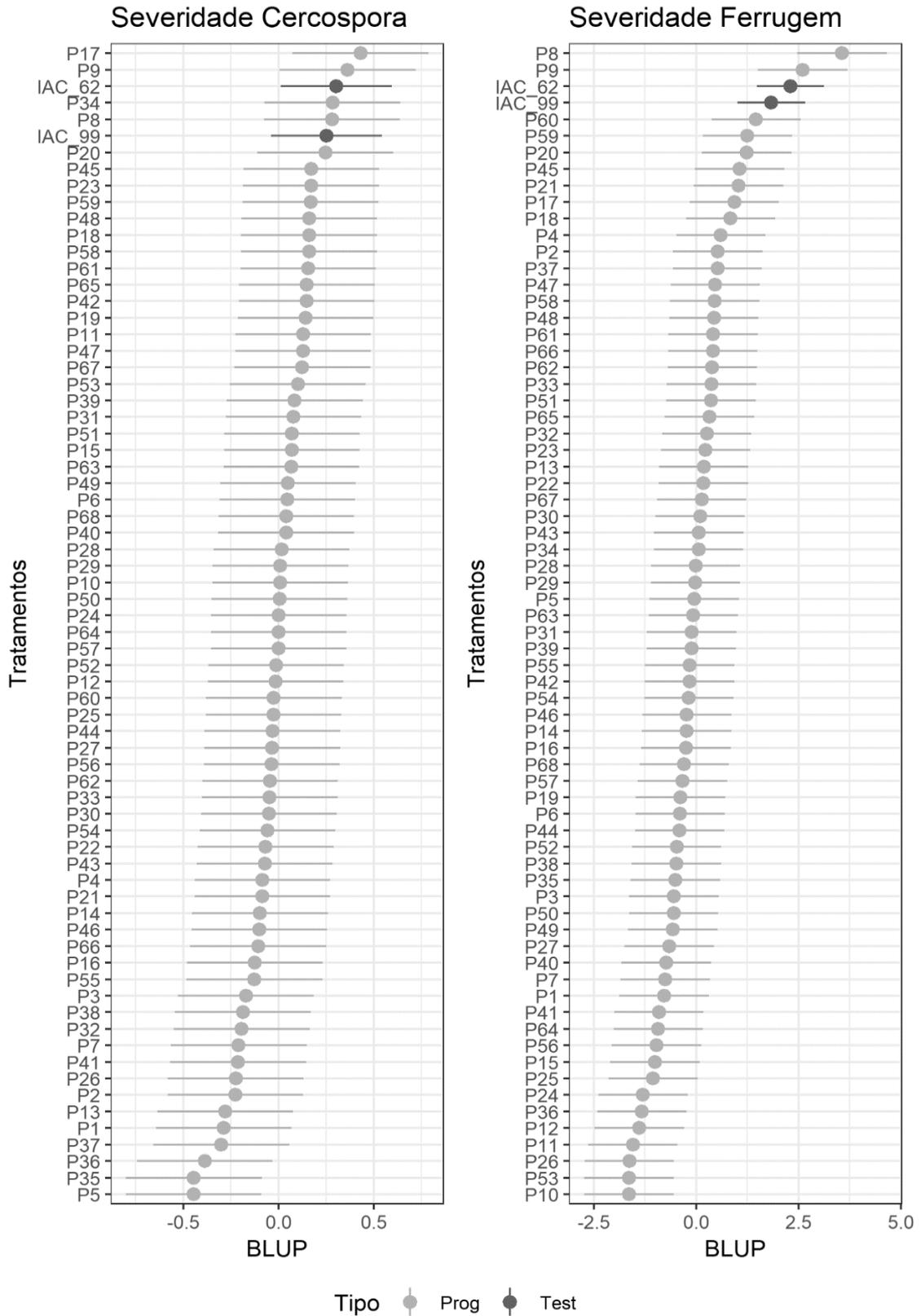
Quanto ao ranqueamento das progênes para severidade e incidência à cercosporiose, as que apresentaram maior resistência foram as progênes P5, P35, P36, P37, P1, P13, P2, P26, P41, P7, P32, P38 e P13. Os valores de BLUP para as progênes que sobressaíram quanto à

severidade e incidência a esta doença apresentaram valores compreendidos em um intervalo de -0,44 a -0,28 e de -34,13 a -21,15, respectivamente. Já as testemunhas Catuaí Vermelho IAC 99 e Catuaí Amarelo IAC 62 apresentaram valores de 0,25 e 0,30 para severidade e de 27,06 e 19,08 para incidência, respectivamente (ANEXO A – TABELAS 11 e 12).

A partir dessa análise, conclui-se que as testemunhas (Catuaí Vermelho IAC 99 e Catuaí Amarelo IAC 62) se mostraram suscetíveis às doenças, tanto para os caracteres de ferrugem quanto de cercosporiose.

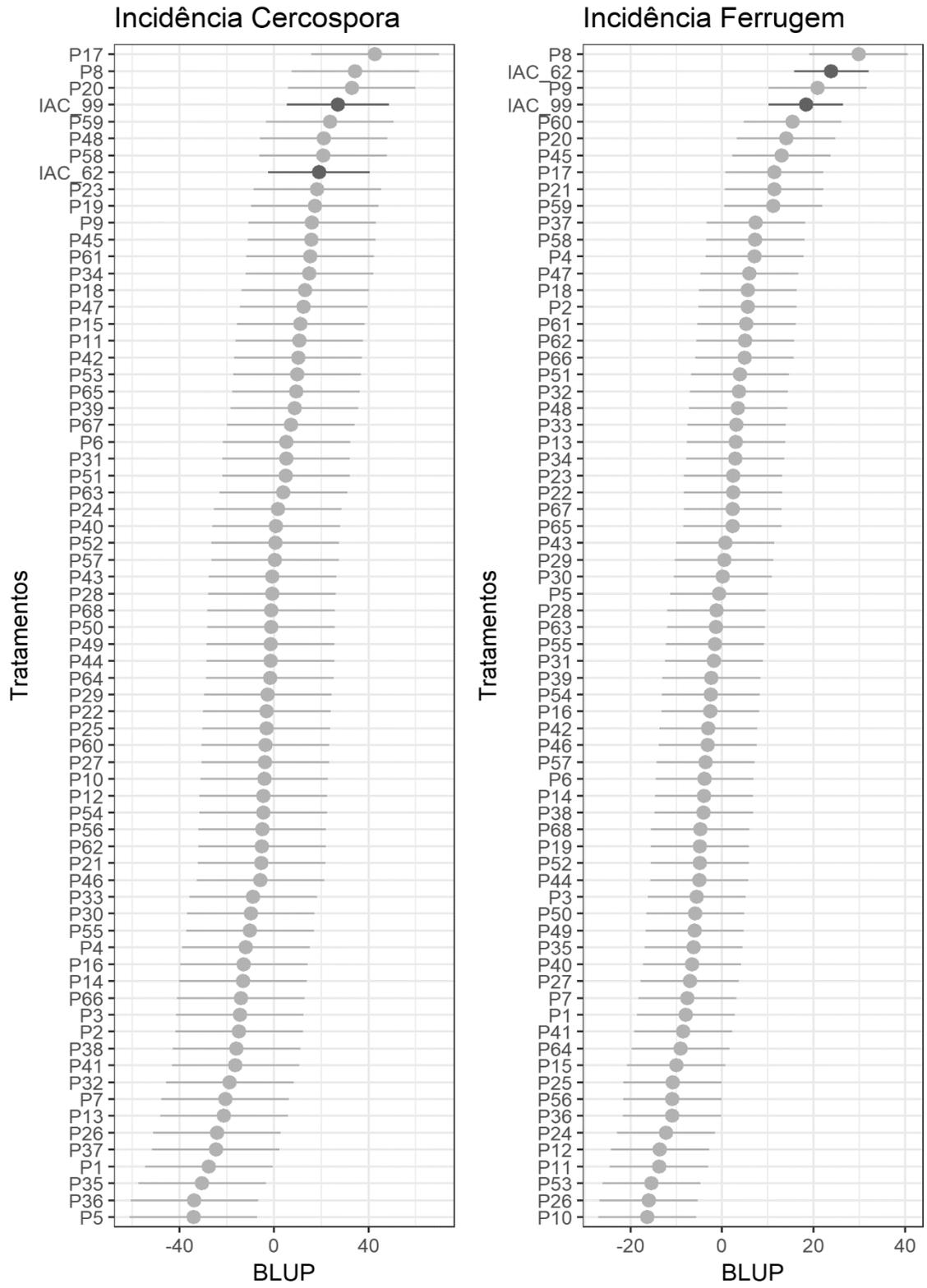
As progênies que se destacaram na avaliação quanto a resistência à ferrugem e cercosporiose apresentaram o mesmo ranqueamento tanto para incidência quanto para severidade. Isso decorre pelo fato de que a incidência se refere à porcentagem (frequência) de plantas doentes e a severidade à porcentagem da área ou do volume do tecido doente (sintomas e ou sinais visíveis). Assim, pode-se inferir que as características são possivelmente correlacionadas.

Figura 2 - Intervalo da predição dos valores genéticos (BLUPs) de progênes F_{4.5} de cafeeiro quanto à severidade de cercosporiose e ferrugem da safra 2018/19 no Campo experimental da Epamig no município São Sebastião do Paraíso – MG.



Fonte: Da autora (2019).

Figura 3 - Intervalo da predição dos valores genéticos (BLUPs) de progênies F_{4.5} de cafeeiro quanto à incidência de Cercosporiose e Ferrugem da safra 2018/19 no Campo experimental da Epamig no município São Sebastião do Paraíso – MG.



Tipo ● Prog ● Test

Fonte: Da autora (2019).

4.1.2 Caracteres de produção - produtividade (safras 2012/13-2018/19), grãos chochos (%), peneira 17 e acima (%) e rendimento

Considerando os caracteres de produção avaliados (TABELA 3), os valores encontrados para as estimativas das variâncias de progênes (σ_g^2) foram de 19,32, 0,001, 39,62, 20,15, e 14,81 para grãos chochos (%), rendimento, peneira 17 e acima (%), grãos moça (%) e produtividade, respectivamente.

Tabela 3 - Estimativas de parâmetros genéticos para avaliação de produtividade (PROD), rendimento (REN), porcentagem de grãos chochos (%GC), peneira 17 e acima (%P17+) e grãos moça (%GM) em progênes F_{4:5} de cafeeiro, no município de São Sebastião do Paraíso-MG.

Parâmetros	Safras 2012-2018				
	%GC	PROD	REN	%P17+	%GM
μ	97,652	53,171	513,114	26,494	23,718
σ_g^2	19,328**	103,178*	0,001 ^{ns}	39,625**	20,151**
σ_e^2	37,191	477,903	0,003	46,345	37,661
h_p^2	0,609	0,371	0,305	0,710	0,610
r_{ap}	0,781	0,608	0,55	0,842	0,781
CV_r	0,721	0,465	0,636	0,924	0,731
CV_g	45,021	19,103	0,007	23,759	18,926
CV_e	62,451	41,114	0,011	25,695	25,873

Nota: μ : média geral; σ_g^2 : variância genética entre progênes; σ_e^2 : variância residual; h_p^2 : herdabilidade da média de progênes; r_{ap} : acurácia seletiva na média de progênes; CV_g : coeficiente de variação genética de progênes; CV_e : coeficiente de variação residual; **, * e ^{ns}: significância do teste χ^2 da razão de verossimilhanças (LRT) referentes ao nível de 5% de probabilidade, 1% e não significativo, respectivamente.

Fonte: Da autora (2019).

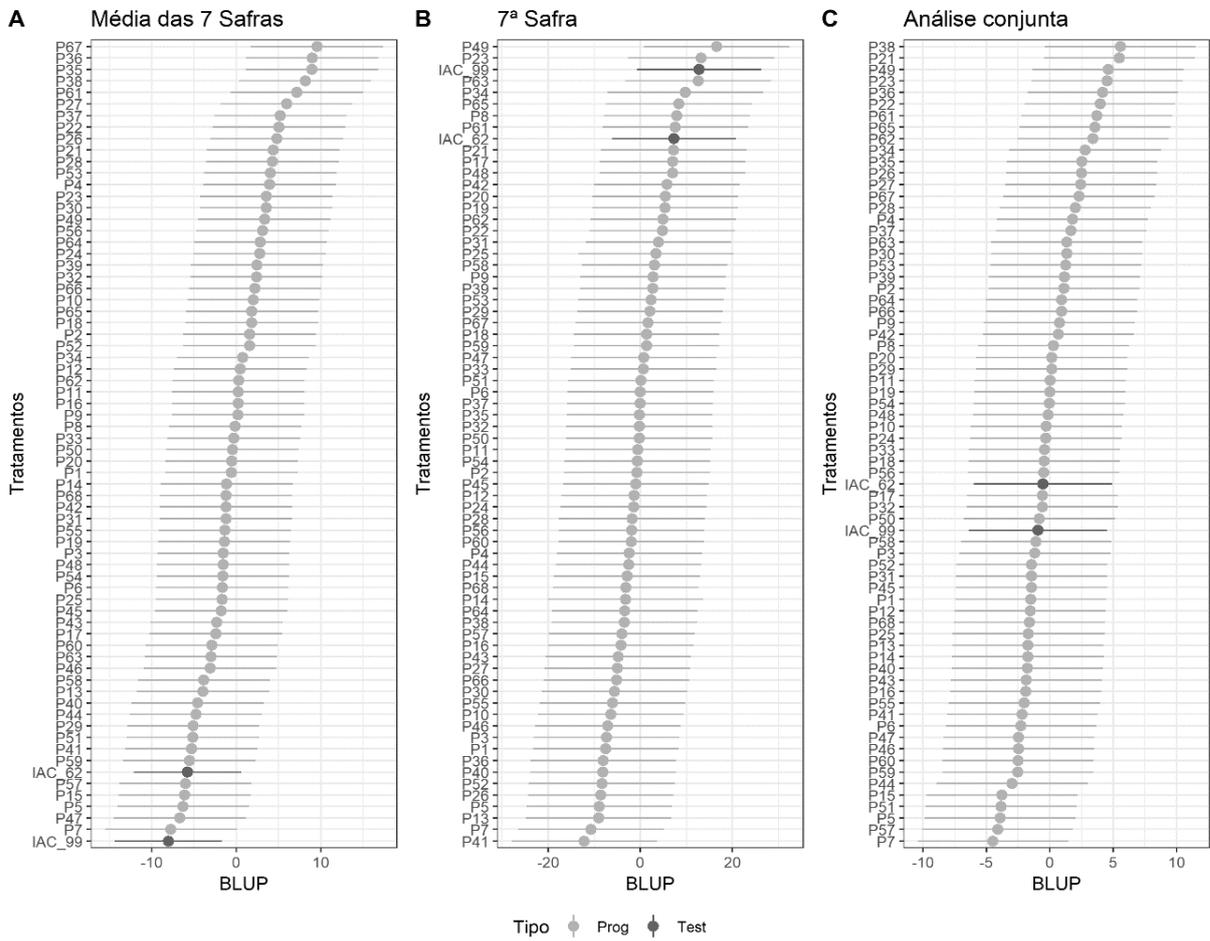
A partir dos resultados observados na Tabela 3, pode-se verificar que é possível proceder seleção para todos os caracteres, exceto para o rendimento (REN), que apresentou variância genética não significativa pelo teste LRT a 5% de probabilidade.

Para os caracteres %GC, PROD, %P17+ e %GM observou-se valores de 0,61, 0,37 e 0,61, respectivamente, para o quesito herdabilidade (h_p^2) e de 0,78, 0,61, 0,84 e 0,78 para acurácia (r_{ap}), indicando magnitude variando de moderada a alta.

A produtividade da safra 2012/2018 resultou em uma média geral de 34,82 sacas ha⁻¹. Especificamente para a safra 2018, observou-se média de 53,17 sacas ha⁻¹, sugerindo uma superestimação da capacidade produtiva das progênes.

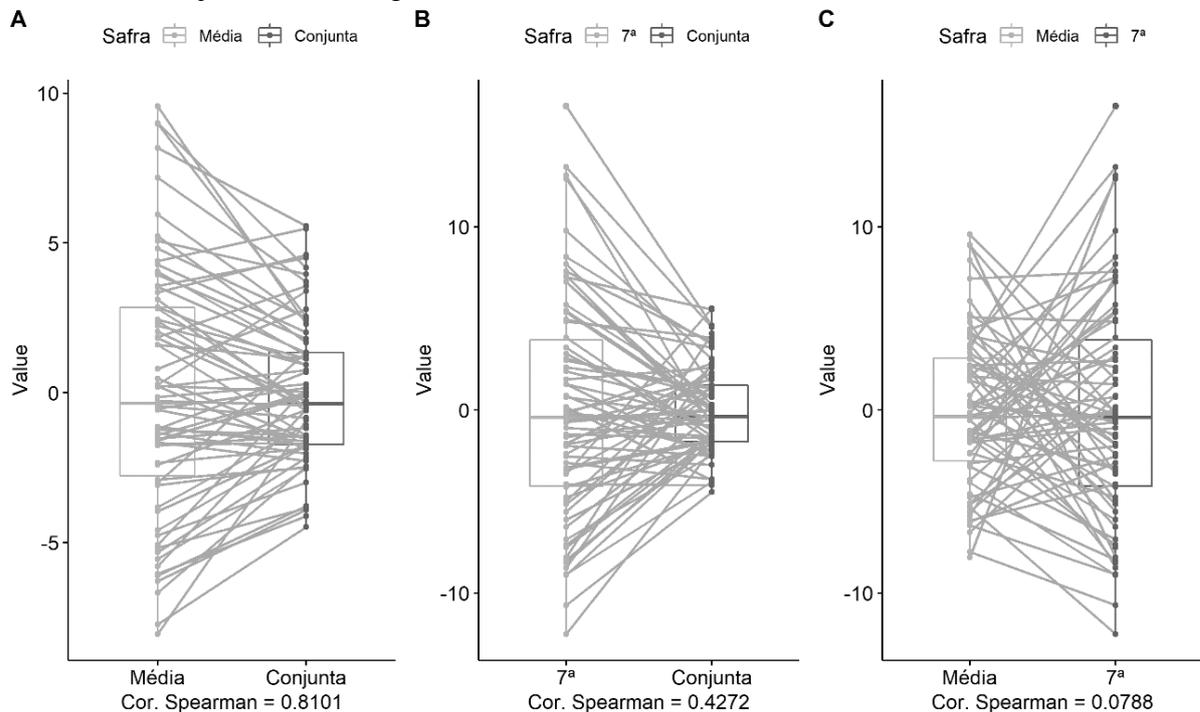
Na avaliação de produtividade das progênies, a metodologia de análise modifica a capacidade de seleção, intervindo na eficiência da seleção das progênies superiores. Isso é exemplificado a partir de análises da média das 7 safras (A), da 7ª safra separadamente (B) e análise considerando a interação progênies x colheitas (C). Pelas Figuras 4 e 5, percebe-se a alteração do ranqueamento das progênies de acordo com o modo de selecionar, influenciando significativamente na escolha de progênies superiores.

Figura 4 - Intervalo da predição dos valores genéticos (BLUPs) da produtividade de progênies F_{4:5} de cafeeiro utilizando as seguintes estratégias: médias das 7 safras (modelo A), 7ª safra (modelo B) e análise conjunta (modelo C).



Fonte: Da autora (2019).

Figura 5 - Correlação de Spearman entre os valores genéticos preditos (BLUPs) em diferentes estratégias de avaliação da produtividade de progênies F_{4:5} de cafeeiro: estratégia A (média das 7 safras com análise conjunta), estratégia B (7^a safra com análise conjunta) e estratégia C (média das 7 safras com a 7^a safra).



Fonte: Da autora (2019).

A correlação de Spearman (FIGURA 5) é uma medida não paramétrica de correlação de postos que indica a direção de associação entre duas variáveis. O coeficiente de correlação de Spearman se aproxima de 1 quanto menor a mudança dos postos entre as variáveis. O coeficiente assume valor 1 quando duas variáveis são perfeitamente relacionadas.

A Figura 5 ilustra o *ranking* de progênies ligando uma análise à outra, que foram: Média com Análise conjunta (A), 7^a safra com Análise conjunta (B) e Média com 7^a safra (C). Quanto menor a mudança de postos entre uma variável e outra, maior a correlação de Spearman e, com isso, maior é a similaridade das estratégias quanto ao *ranking* do desempenho das progênies. Assim, quanto maior o coeficiente de Spearman entre as estratégias, maior é a identidade das progênies selecionadas em ambos os métodos.

A avaliação das progênies considerando as diferentes safras é a mais acurada e é aquela que possibilita a seleção de progênies não só com maiores produtividade, mas também as mais estáveis. Isso ocorre porque esta estratégia possibilita a extração do efeito da interação de progênies x colheitas, que muitas vezes inflaciona a variância genética e residual do modelo, provocando assim, estimação de parâmetros genéticos mais distantes dos verdadeiras

(ANDRADE et al., 2016, PEREIRA et al., 2018). Desse modo, o modelo que possibilitou a melhor seleção de progênies foi o de análise conjunta (Safras 2012/13-2018/19) – Modelo C, Figura 4.

A análise do desempenho das progênies utilizando a informação somente da última safra pode provocar viés na seleção de progênies uma vez que o desempenho da progênie pode estar superestimado ou subestimado pelo efeito da safra em avaliação. Pode-se observar que a correlação entre os desempenhos das progênies na última safra tem baixa correlação com a análise conjunta (0,42) e com a análise com a média das sete safras (0,07) (FIGURA 4). Entretanto, a análise com a média das sete safras tem maior correlação com a análise conjunta (0,81), sendo uma alternativa de avaliação quando os dados individuais das safras não forem disponíveis.

No que tange a avaliação de produtividade para a cultura do café, é sugerido uma análise mínima de quatro safras consecutivas, ou dois biênios, para alcance da estabilidade de produção e obtenção de êxito na seleção de progênies (CARVALHO, 1989). Por esse motivo, no presente estudo foram analisadas sete safras para avaliar o potencial produtivo das progênies, ratificando assim, maior eficiência para discriminar as mais promissoras.

De acordo com essa metodologia de avaliação, as progênies selecionadas foram: P38, P21, P49, P23, P36, P22, P61, P65, P62, P34, P35, P26, P27, P67, variando de 37,12 a 40,38 sacas ha⁻¹.

4.2 Análise visual

A análise de correlação é utilizada para explicitar a direção e a magnitude da associação linear existente entre duas variáveis (STEEL; TORRIE, 1960; KEMPTHORNE, 1973). No caso desse estudo, uma correlação alta entre dois caracteres permite a seleção para uma característica de interesse. De acordo com Gonçalves et al. (2008), os coeficientes de correlação são apropriados para avaliar a associação entre características porque são adimensionais, permitindo a comparação entre diferentes pares de características.

As estimativas das correlações genotípica, ambiental, fenotípica e de postos (Spearman) foram determinadas para os caracteres de produtividade, cercosporiose e ferrugem, de modo que possa auxiliar na seleção das progênies em estudo (TABELA 4).

Tabela 4 - Correlações entre metodologias tradicionais e visuais para avaliação de produtividade e severidade de Ferrugem e Cercosporiose em progênies F_{4:5} de cafeeiro, no município de São Sebastião do Paraíso -MG.

Características	r	Correlação	P-value
Produtividade	r_g	0.8989	0.0000
	r_e	0.8578	0.0000
	r_f	0.8877	0.0000
	r_s	0.8973	0.0000
Cercosporiose	r_g	0.4580	0.0000
	r_e	0.2397	0.0483
	r_f	0.2863	0.0175
	r_s	0.7978	0.0000
Ferrugem	r_g	0.5245	0.0000
	r_e	0.2158	0.0764
	r_f	0.4199	0.0003
	r_s	0.7931	0.0000

r_g : correlação genética; r_e : correlação ambiental; r_f : correlação fenotípica; r_s : correlação de postos (Spearman).

Fonte: Da autora (2019).

É possível observar que foram obtidas correlações positivas entre notas e análise objetiva para todas as características. Isso demonstra que a avaliação visual possui o mesmo sentido do que a tradicional. Contudo, os valores de correlação foram maiores para a produtividade do que para a severidade de cercosporiose e ferrugem (TABELA 4).

Outro destaque é que os resultados da variação genética (r_g) foram maiores que as correlações ambientais (r_e) e fenotípicas (r_f) para todos os caracteres. Isso indica que a avaliação visual ou indireta é mais eficiente na observação correta do valor genético das progênies do que sofre com influências ambientais e de plasticidade fenotípica.

A correlação ambiental (r_e) representa a associação aleatória provocada por fatores ambientais. Correlações ambientais altas provocam uma associação temporária que pode provocar viés nas informações dos caracteres. Foram verificados coeficientes de 0,85, 0,23 e 0,21 para produtividade, cercosporiose e ferrugem, respectivamente (TABELA 4). Todos esses valores foram menores do que aqueles obtidos para correlação genética e fenotípica, mostrando que, quando se utiliza a avaliação visual, há menor efeito dos fatores ambientais aleatórios do que de fatores do real valor genotípico.

Com relação às correlações genéticas, ambientais e fenotípicas, a avaliação visual para produtividade teve desempenho superior às avaliações para severidade de cercosporiose e

ferrugem (TABELA 4). Contudo, as correlações de Spearman foram altamente positivas e significativas para todas as características (0,89, 0,79 e 0,79 para produtividade, cercosporiose e ferrugem, respectivamente. Isso pode ser explicado pelo fato de que, embora as correlações genéticas sejam baixas para cercosporiose e ferrugem, o ranqueamento das progênies utilizando o método fenotípico e o método visual não sofre grande alteração, principalmente dentro dos grupos de genótipos resistentes e de genótipos susceptíveis. Esse resultado corrobora com os resultados da aplicação do Índice de Coincidência (IC) com os diferentes níveis de seleção para os genótipos mais resistentes e genótipos mais suscetíveis (TABELA 5).

Tabela 5 - Coeficiente de coincidência entre melhores e piores progênies selecionadas entre metodologias tradicionais e visuais para avaliação de produtividade e severidade de Ferrugem e Cercosporiose em progênies F_{4:5} de cafeeiro, no município de São Sebastião do Paraíso-MG.

IS (%)	Produtividade	Cercosporiose	Ferrugem
	Índice de Coincidência (IC) - Melhores		
17,6	50,00	66,00	50,00
23,5	56,25	75,00	73,33
35,3	79,16	75,00	70,83
IS (%)	Índice de Coincidência (IC) - Piores		
17,6	83,3	66,66	66,66
23,5	75,0	62,50	75,00
35,3	87,5	79,16	70,83

Nota: IS: Intensidade de Seleção.

Fonte: Da autora (2019).

No cálculo do IC apresentado na Tabela 5, foram utilizadas três diferentes Intensidades de Seleção (IS): 17,6, 23,5 e 35,3%. Isso foi realizado para as melhores e piores progênies, considerando a proporção de progênies superiores com o mesmo comportamento para as três intensidades de seleção, e para as características avaliadas, desconsiderando o efeito do acaso.

O coeficiente de coincidência determina o quanto de progênies em comum apresenta entre os selecionados, entre a avaliação da metodologia tradicional e visual, com base em quantos indivíduos foram coincidentes. Utilizando o IS de 17,6% foi verificado para os três caracteres um coeficiente de coincidência de 50%, 66% e 50% para produtividade, cercosporiose e ferrugem, respectivamente. Por esse resultado, demonstra-se que, ao selecionar 12 progênies, o nível de coincidência para seleção entre as metodologias visuais e tradicionais foi de 6, 8 e 6 indivíduos.

Adicionalmente, constatou-se maiores valores de IC para selecionar as piores progênes, sugerindo que é melhor eliminar as piores progênes na seleção do que selecionar as melhores. De modo geral, conclui-se que o método visual é satisfatório para distinguir as melhores e as piores progênes para as três características, mas com mais confiabilidade sobre a seleção para produtividade.

4.3 Índice de Mulamba e Mock (1978)

Para a seleção de progênes superiores e obtenção de melhores ganhos simultâneos para mais de um carácter de interesse nos programas de melhoramento, são empregados os índices de seleção propostos por Mulamba e Mock (1978) que consistem na soma de *ranks* na classificação de progênes em cada caracter analisado. Além disso, a aplicabilidade deste índice de seleção é encontrado em trabalhos para a cultura do café (PEREIRA et al., 2013) como também em outras culturas como milho-pipoca (FREITAS et al., 2014), cana-de-açúcar (SALES, 2013) e soja (TEIXEIRA et al., 2017). Os resultados obtidos para outras culturas indicaram que é possível promover de modo efetivo, a seleção com múltiplos caracteres.

Visando aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos, foi utilizada uma intensidade de seleção de 20,58% (14 progênes) na composição da seleção das progênes superiores F_{4:5} oriundas do cruzamento Icatu vermelho IAC 2942 x Catimor UFV 1340.

Na Tabela 6 são listadas as 14 progênes que sobressaíram para os oito caracteres avaliados (severidade e incidência à ferrugem e cercosporiose, % grãos chochos, % peneira 17 e acima, % grãos moca e produtividade), que resultaram em maiores ganhos simultâneos.

Tabela 6 - Ranqueamento das 14 progênies mais promissoras ao Índice de Mulamba e Mock (1978)

Índice Mulamba e Mock		
Ordem	Progênie	Ranking Geral
1	P36	17,13
2	P26	18,00
3	P35	20,00
4	P41	21,50
5	P1	23,50
6	P7	25,50
7	P10	25,88
8	P12	26,25
9	P3	26,50
10	P27	26,63
11	P38	26,75
12	P56	28,50
13	P11	28,88
14	P66	29,13

Fonte: Da autora (2019).

De acordo com Cruz, Regazzi e Carneiro (2004), ao se basear na metodologia de Mulamba e Mock (1978), quanto menor for o valor obtido na soma de postos, melhor é o desempenho da progênie em relação às características de interesse. Dessa forma, a soma de postos usada como índice de seleção de 20,5% apontou as progênies mais promissoras descritas em ordem decrescente pelo ranking: P36 [H 29-1-8-5 (III.5) planta 3], P26 [H 32-11-17-4 (I.4) planta 2], P35 [H 29-1-8-5 (III.5) planta 2], P41 [H 136-1-19-7 (III.28) planta 4], P1 [H 29-1-8-5 (I.5) planta 1], P7 [H 136-1-14-14 (II.23) planta 1], P10 [H 32-11-17-4 (III.4) planta 1], P12 [H 32-11-17-4 (III.4) planta 5], P3 [H 29-1-8-5 (I.5) planta 4], P27 [H 136-1-19-4 (II.27) planta 1], P38 [H 29-1-8-5 (II.5) planta 4], P56 [H 29-1-14-5 (III.8) planta 4], P11 [H 32-11-17-4 (III.4) planta 2] e P66 [H 136-1-19-7 (I.28) planta 1].

Adicionalmente, verificou-se que a P36 [H 29-1-8-5 (III.5) planta 3] com *rank* médio nas oito variáveis igual a 17,3. Também foi observado que entre as progênies selecionadas, cinco pertencem ao híbrido 29, indicando que é possível promover a seleção simultânea de vários caracteres favoráveis. Essa progênie é relatada por Botelho (2006) como possuindo destaque à baixa incidência e severidade à ferrugem. Esses resultados também corroboram com os dados observados no estudo de Carvalho et al. (2011), indicando que a progênie H-29-1-8-5

além de apresentar resistência à ferrugem, possui menor ataque à cercosporiose e mancha-de-phoma.

Na Figura 6 são apresentados os ganhos de seleção para cada progênie via seleção direta e indireta, a partir da utilização do índice de seleção de soma de postos (I_{MM}) proposto por Mulamba e Mock (1978).

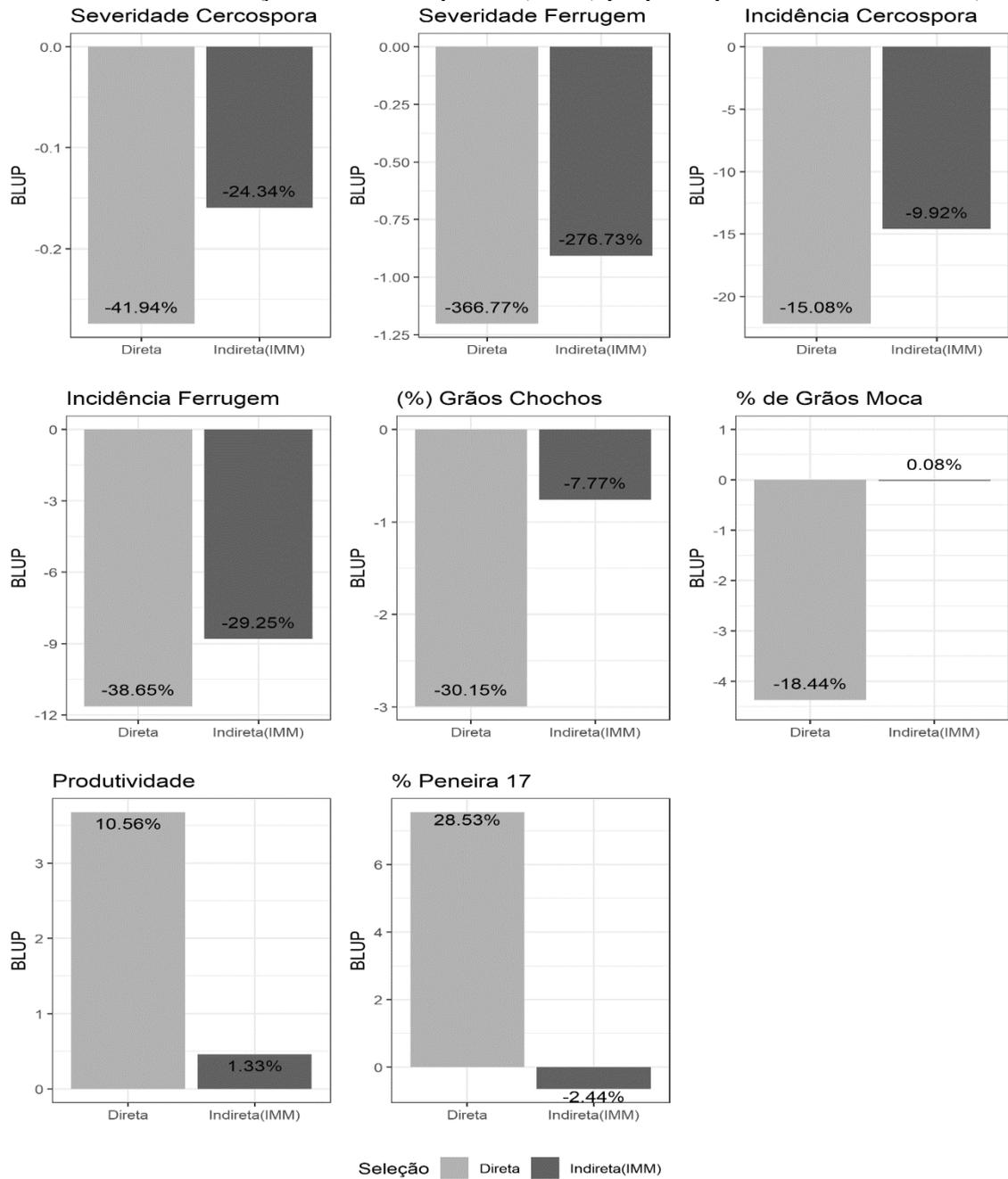
A seleção direta proporcionou ganhos consideráveis em todos os caracteres avaliados e variou de -366,77% para severidade à ferrugem a 28,53%, para % peneira 17 e acima. Em contrapartida, para a seleção indireta utilizando o I_{MM} , houve variação de ganhos de -276,73 % para severidade à ferrugem a -2,44% para % peneira 17 e acima.

Para todos os caracteres, o ganho percentual por meio da seleção indireta foi inferior ao obtido pela seleção direta. Apesar de a seleção direta proporcionar a maximização dos ganhos individuais, não possibilita a obtenção de ganhos em níveis satisfatórios para os demais caracteres.

De acordo com Backes et al. (2002), a seleção direta em um caráter, normalmente proporciona o maior ganho, e Cruz e Regazzi (1997) relataram que a seleção baseada em um único caráter se revela inadequada, visto que conduz a desempenhos não tão favoráveis para os demais caracteres. Desse modo, deve-se adotar métodos que proporcionem associações de ganhos favoráveis para seleção de progênies superiores.

Na seleção direta, mostra que para severidade e incidência à ferrugem, terá na próxima geração um ganho de -366,77 e -38,65% desses caracteres quando analisados individualmente, respectivamente. O I_{MM} , combinado aos outros caracteres mencionados acima, terá um ganho reduzido quando comparado à seleção direta de -276,73 e -29,25% para severidade e incidência a ferrugem, contudo irá refletir em ganhos simultâneos para a próxima geração.

Figura 6 - Ganhos de seleção para os caracteres analisados via seleção direta e utilização do índice de seleção de soma de postos (IMM) proposto por Mulamba e Mock (1978).



Fonte: Da autora (2019).

5 CONCLUSÃO

No grupo de progênies avaliadas, foi possível aferir a seleção para os caracteres de incidência e severidade à ferrugem e cercosporiose, produtividade, porcentagem de grãos chochos e grãos tipo moca. Utilizou-se uma intensidade de seleção de 20,58% (14 progênies) para obtenção de melhores ganhos simultâneos. As progênies P36 [H 29-1-8-5 (III.5) planta 3], P26 [H 32-11-17-4 (I.4) planta 2], P35 [H 29-1-8-5 (III.5) planta 2], P41 [H 136-1-19-7 (III.28) planta 4], P1 [H 29-1-8-5 (I.5) planta 1], P7 [H 136-1-14-14 (II.23) planta 1], P10 [H 32-11-17-4 (III.4) planta 1], P12 [H 32-11-17-4 (III.4) planta 5], P3 [H 29-1-8-5 (I.5) planta 4], P27 [H 136-1-19-4 (II.27) planta 1], P38 [H 29-1-8-5 (II.5) planta 4], P56 [H 29-1-14-5 (III.8) planta 4], P11 [H 32-11-17-4 (III.4) planta 2] e P66 [H 136-1-19-7 (I.28) planta 1] destacaram-se como as mais promissoras na seleção pelo Índice de Mulamba e Mock (IMM).

Concluiu-se que o método visual foi satisfatório para distinguir as melhores e as piores progênies para as três características, com mais confiabilidade sobre a seleção para a produtividade.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, V. T. et al. Statistical modeling implications for coffee progenies selection. **Euphytica**, [s.l.], v. 207, n. 1, p. 177-189, 2016.
- ANTUNES FILHO, H.; CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro, ocorrência de lojas vazias em frutos de café Mundo Novo. **Bragantia**, Campinas, v. 13, n. 14, p. 165-179, 1954.
- AVELINO, J. et al. The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008–2013): impacts, plausible causes and proposed solutions. **Food Security**, v. 7, n. 2, p. 303-321, 2015.
- BACKES, R. L. et al. Estimativas de parâmetros genéticos em populações F5 e F6 de soja. **Revista Ceres**, [s.l.], v. 49, p. 201-216, 2002.
- BARBOSA, J. C. et al. Caracterização da resistência vertical e horizontal do cafeeiro à ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br) em acesso de híbrido de timor. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2005.
- BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1. 919 p.
- BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plant**. Woodbury: Stemma Press, 2002.
- BETTENCOURT, A. J.; RODRIGUES Jr., C. J. Principles and practice of coffee breeding for resistance to rust and other diseases. In: CLARCK, R. J.; MACRAE, R. (Eds.). **Coffee**, v.4 Agronomy. Elseviers Applied Science, p.199-235,1988.
- BETTENCOURT, A. J.; CARVALHO, A. Melhoramento visando à resistência do cafeeiro a ferrugem. **Bragantia**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 35-68, fev. 1968.
- BONOMO, P. et al. Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos de descendentes do Híbrido de Timor com as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 207-219, 2004.
- BOTELHO, C. E. et al. Seleção de progênies F4 de cafeeiros com resistência à ferrugem em Machado -MG. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2015, 4 p.
- BOTELHO, C. E. et al. Seleção de progênies F4 de cafeeiros obtidas pelo cruzamento de Icatu com Catimor. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 57, n. 3, p. 274-281, maio/jun, 2010.
- BOTELHO, C. E. **Seleção de progênies F4 obtidas por cruzamentos de “Icatu com Catimor”, no estado de Minas Gerais**. 2006. 84 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006.
- BOTELHO, D. M. dos S. et al. Cercosporiosis resistance in coffee germplasm collection. **Euphytica**, [s.l.], v. 213, n. 6, p. 117, 2017.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003**. República Federativa do Brasil, Brasília, 2003. p. 22- 29, 20 ago. Seção 1.
- BUENO, L. C. de. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. de. **Melhoramento de plantas**: princípios e procedimentos. Lavras: UFLA, 2001. 282 p.
- CABRAL, P. G. C. et al. Genetic diversity and structure of *Hemileia vastatrix* populations on *Coffea* spp. **Plant Pathology**, [s.l.], v. 65, n. 2, p. 196-204, 2016.
- CABRAL, P. G. C. et al. Identification of a new race of *Hemileia vastatrix* in Brazil. **Australasian Plant Disease Notes**, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 129-130, 2009.
- CAMARGO L. E. A; BERGAMIN FILHO, A. Doenças do cafeeiro. In: Kimati, H. et al. **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda, 2005. v. 2, p. 729-735.
- CAMPANHOLA, C; BETTIOL, W. **Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil**. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (Ed.). **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 13-51.
- CAPUCHO, A. S. et al. Identification of race XXXIII of *Hemileia vastatrix* on *Coffea arabica* Catimor derivatives in Brazil. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 7, n. 1, p. 189-191, 2012.
- CARDOSO, D. A. et al. Seleção de progênes F4 oriundas do cruzamento icatu e catuaí amarelo com resistência à ferrugem. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 555-556, out./dez. 2016.
- CARVALHO, A. **Pesquisa sobre o melhoramento do café**. Anais da ESALQ, v. 63, p. 793-809, 1986.
- CARVALHO, S. P. de. **Metodologias de avaliação do desempenho de progênes do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 1989. 68 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1989.
- CARVALHO, A; KRUG, C. A. Agentes da polinização da flor do cafeeiro (*Coffea arábica*). **Bragantia**, [s.l.], v. 9, p. 11-24, 1949.
- CARVALHO, G. R. et al. Comportamento de progênes F4 obtidas por cruzamentos de ‘Icatu’ com ‘Catimor’. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 47-52, jan./fev. 2009.
- CARVALHO, V. L. de et al. Avaliação da resistência de progênes de cafeeiros à mancha-de-phoma e cercosporiose em duas regiões de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. Araxá, MG. **Anais...** Brasília, D. F: Embrapa – Café, 2011. 5 p.
- CARVALHO, V. L. de; CHALFOUN, S. M.; CUNHA, R. L. da. Manejo de doenças do cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. **Café Arábica do plantio à colheita**. Lavras: U.R. EPAMIG SM, 2010. v. 1. P. 689-756.

CASTRO, I. S. L. **Identificação de genes que codificam potenciais proteínas efetoras envolvidas no patossistema *Hemileia vastatrix*** - Cafeeiro. 2016. 43 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2016.

CRUZ, C. D. Programa GENES: Aplicativo computacional em estatística aplicada à genética (GENES-Software for Experimental Statistics in Genetics). **Genetics and Molecular Biology**, [s.l.], v. 21, n. 1, 1998.

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

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

CUNHA, R. L. et al. Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para avaliar a severidade da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) do cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos...** Vitória: Embrapa Café, p. 77-78, 2001.

CUNHA, R. L.; MENDES, A. N. G.; CHALFOUN, S. M. Controle químico da ferrugem do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e seus efeitos na produção e preservação do enfolhamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 990-996, set./out., 2004.

CUSTÓDIO, A. A. de P. et al. Comparison and validation of diagrammatic scales for brown eye spots in coffee tree leaves. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1067-1076, 2011.

FAZUOLI, L. C. et al. Identification and use of sources of durable resistance to coffee leaf rust at the IAC. In: ZAMBOLIM L.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; VÁRZEA, V. M. P. (Eds.). **Durable resistance to coffee leaf rust**. Viçosa: UFV, 2005. p. 137–185.

FAZUOLI, L. C. **Metodologias, critérios e resultados da seleção em progênies do café Icatu com resistência a *Hemileia vastatrix***. 1991. 321 p. Tese (Doutorado em ciências) - Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, SP, 1991.

FREITAS, I. L. de Jesus et al. Ganho genético avaliado com índices de seleção e com REML/Blup em milho-pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 48, n. 11, p. 1464-1471, 2014.

FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. **Melhoramento de plantas para condições de estresses bióticos**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012. 240 p.

GONÇALVES, G. M. et al. Correlações fenotípicas e genético-aditivas em maracujá-amarelo pelo delineamento I. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 32, p. 1413-1418, 2008.

HAMBLIN, J.; ZIMMERMANN, M. J. de O. Breeding common bean for yield in mixtures. **Plant Breeding Reviews**, [s.l.], v. 4, n. 1, 1986.

- JAPIASSÚ, L. B. et al. Influência da carga pendente, do espaçamento e de fatores climáticos no desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2007.
- KEMPTHORNE, R. **Hopper dust hood**. U.S. Patent n. 3,722,397, 27 mar. 1973.
- KOHLHEPP, G., et al. **Colonização agrária no Norte do Paraná**: processos geoeconômicos e sociogeográficos de desenvolvimento de uma zona subtropical do Brasil sob a influência da plantação de café. Maringá: Universidade Estadual de Maringá-EDUEM, 2014. 310 p.
- LARGE, E. C. **The Advance of the Fungi**. Jonathan Cape: London. 1940.
- MARTINEZ, O.; TORREGROZA, M.; RONCALLO, E. J. Heterosis en cruzamientos varietales de maiz de amplia diversidad genética y geográfica. **Agronomía Colombiana**, v. 5, n. 1/2, p. 48-52, 1988.
- MARTINS, R. B.; MAFFIA, L.A.; MIZUBUTI, S. G. Genetic variability of *Cercospora coffeicola* from 426 organic and conventional coffee plantings, characterized by vegetative compatibility. 427. **Phytopathology**, v. 98, n.11, p. 1205-1211, 2008.
- MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Genética e melhoramento do cafeeiro**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 99 p.
- MENDGEN, K.; HAHN, M. Plant infection and the establishment of fungal biotrophy. **Trends Plant Science**, [s.l.], v. 7, n. 8, p. 352-356, 2002.
- MONACO, L. C.; CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento do cafeeiro. Germoplasma do café "Icatu" e seu potencial no melhoramento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2, POÇOS DE CALDAS, 1974. **Resumos...** Rio de Janeiro, IBC, 1975. p. 103
- MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of Elo Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v. 7, p. 40-51, 1978.
- PAIVA, R. N. **Comportamento agrônômico de progênies de cafeeiro (Coffea arabica L.) em Varginha-MG**. SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., **Anais e Proceedings...** Embrapa Café 2009.
- PATRICIO, F. R. A.; BRAGHINI, M. T.; FAZUOLI, L. C. Resistência de plantas de *Coffea arabica*, *Coffea canephora* e híbridos interespecíficos a cercosporiose. **Bragantia**, v. 69, n. 4, 2010.
- PEREIRA, A. A. et al. Desempenho produtivo de cultivares de café resistentes à ferrugem em sistema de cafeicultura familiar e empresarial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 38, 2012, Caxambu. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2012. 2 p.

PEREIRA, F. A. C. et al. Selection of *Coffea arabica* L. hybrids using mixed models with different structures of variance-covariance matrices. **Coffee Science**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 304-311, jul./set. 2018.

PEREIRA, T. B. et al. Diversidade genética em progênes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) avaliada por marcadores microssatélites. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9, 2015, Curitiba. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2015, 4 p.

PEREIRA, T. B. et al. Eficiência da seleção de progênes de café F4 pela metodologia de modelos mistos (REML/BLUP). **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 3, p.230-236, jul./set. 2013.

PEREIRA, T. B. et al. Seleção de progênes F4 de cafeeiros obtidas de cultivares do grupo Icatu. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 337-346, jul./set. 2013.

PETEK, M. R. et al. Correlações e análise de trilha entre reação à cercosporiose e outras variáveis em progênes de café arábica. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 5., Águas de Lindóia, SP, 2007). **Anais...** Brasília, D.F. Embrapa - Café, 2007. 5 p.

PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B. Predição de valores genéticos aditivos na seleção visando obter cultivares de café mais resistentes à ferrugem. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p.133-140, jan./mar. 2008.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: UFLA, 2012. 522 p.

RESENDE, M. D. V. de. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia**, [s.l.], v. 60, n. 3, p. 185-193, 2001.

RESENDE, M. D. V. **Software Selegen–REML/BLUP**. Curitiba: Embrapa Florestas, 2002. (Documentos, 77).

RESENDE, M. D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Colombo: Embrapa Floresta; Brasília: Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

REZENDE, R. M. et al. **Progresso da ferrugem e cercosporiose do cafeeiro em progênes obtidas do cruzamento entre Híbrido de Timor e Catuaí**. 2011. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6063/290_37-CBPC-2011.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 jan. 2019.

SAKIYAMA, N. S. Cultivar de café resistente à ferrugem: Oeiras–MG 6851. **Revista Ceres**, v. 47, n. 269, p. 121-124, 2000.

SALES, L. R. **Seleção de cultivares de cana-de-açúcar potenciais para a produção de cachaça artesanal**. 2013. 59 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal Lavras, Lavras, MG, 2013.

SERA, G. H. et al. Seleção para a resistência a ferrugem em progênes das cultivares de café IPR99 e IPR107. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 547-554, 2010.

- SERA, T. Coffee genetic breeding at IAPAR. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, [s.l.], v. 1, n. 2, 2001.
- SEVERINO, L. S. et al. Seleção de progênes de Catimor (*Coffea arabica* L.) em Martins Soares. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Brasília: Embrapa, v. 1, p. 522- 526, 2000.
- SHANER, G.; FINNEY, R. F. The effects of nitrogen fertilization on the expression of show-mildwing in knox wheat. **Phytopathology**, v. 67, p. 1051 -1055, 1977.
- SOUZA, A. G. C. et al. A time series analysis of brown eye spot progress in conventional and organic coffee production systems. **Plant Pathology**, v. 64, n.1, p.157-166, 2015.
- SOUZA, A. G. C.; MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Cultural and aggressiveness variability of *Cercospora coffeicola*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 160, n. 10, p. 540-546, 2012.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. I. T. **Principales and procedures of statistcs**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1960. 481 p.
- STURION, J. A.; RESENDE, M. D.V. Seleção de progênes de ervamate (*Ilex paraguarensis* St. Hil.) para produtividade, estabilidade e adaptabilidade temporal de massa foliar. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 50, p. 37-51, 2005.
- TEIXEIRA, F. G. **Herança da precocidade e de caracteres agronômicos em soja e seleção de linhagens com base em índices de seleção**. 2017. 88 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.
- UPCHURCH, R. G. et al. Mutants of *Cercospora kikuchii* altered in cercosporin synthesis and pathogenicity. **Applied and environmental microbiology**, v. 57, n. 10, p. 2940-2945, 1991.
- VALE, P. A. S. **Caracterização de *Cercospora coffeicola* por filogenia molecular multigênica**. 2016. 64 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.
- VANDERPLANK, J. E. **Plant Disease: Epidemics and Control**. New York: Academic Press, 1963.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.
- VÁRZEA, V. M. P.; MARQUES, D. V. Population variability of *Hemileia vastatrix* vs. coffee durable resistance. In: ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; VÁRZEA, V. M. P. (Ed.). **Durable resistance to coffee leaf rust**. Viçosa: UFV, 2005. p. 53-74.
- ZAMBOLIM, L. Current status and management of coffee leaf rust in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 1-8, 2016.

ZAMBOLIM, L. et al. Physiological races of *Hemileia vastatrix* in Brazil: physiological variability, current situation and future prospects. In: ZAMBOLIM, L.; MACIEL-

ZAMBOLIM, E.; VÁRZEA, V. M. P. (Eds.). **Durable resistance to coffee leaf rust**. Viçosa: UFV, 2005. p. 53–74.

ZAMBOLIM, L. et al. Resistência genética e componentes de resistência de linhagens de Catimor em gerações F6 e F7 à raças de *Hemileia vastatrix* BERK. et Br. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Brasília: Embrapa, v. 1, p. 507-514, 2000.

ZAMBOLIM, L. et al. Café (*C. arabica* L.). Controle de doenças. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. (Eds.). **Controle de doenças de plantas**. Grandes culturas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. v.1.

ZAMBOLIM, L.; MARTINS, M. C. Del P.; CHAVES G. M. Café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 131, p. 64-75, nov. 1985.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, E.M. Doenças do cafeeiro (*C. arábica* e *C. canephora*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 165-180.

ANEXO A

Tabela 1 - Ranqueamento das progênies pelo Índice de Mulamba e Mock (1978) com valores predidos (BLUP) e ganho para o caráter severidade à ferrugem.

Mulamba e Mock - SEV FERRUGEM					Mulamba e Mock - SEV FERRUGEM				
	Prog	Ranking Geral	BLUP	ganho		Prog	Ranking Geral	BLUP	ganho
1	P36	17,13	-1,32	-403,19	36	P5	34,50	-0,04	-13,58
2	P26	18,00	-1,63	-497,17	37	P42	35,25	-0,15	-47,27
3	P35	20,00	-0,51	-155,06	38	P57	35,50	-0,33	-101,61
4	P41	21,50	-0,91	-277,05	39	P19	35,63	-0,38	-115,70
5	P1	23,50	-0,78	-236,96	40	P32	36,00	0,26	79,77
6	P7	25,50	-0,75	-229,60	41	P55	36,25	-0,15	-46,80
7	P10	25,88	-1,64	-500,13	42	P2	36,38	0,53	161,03
8	P12	26,25	-1,39	-423,46	43	P60	36,38	1,47	447,09
9	P3	26,50	-0,54	-166,04	44	P6	36,75	-0,39	-118,48
10	P27	26,63	-0,65	-199,23	45	P52	37,63	-0,47	-144,59
11	P38	26,75	-0,48	-146,53	46	P37	38,25	0,52	158,95
12	P56	28,50	-0,97	-294,50	47	P31	39,00	-0,11	-32,31
13	P11	28,88	-1,54	-470,33	48	P34	39,13	0,06	18,54
14	P66	29,13	0,41	124,94	49	P4	39,13	0,61	185,30
15	P22	29,25	0,18	54,84	50	P47	39,63	0,47	142,99
16	P40	29,25	-0,73	-223,01	51	P23	39,88	0,23	71,05
17	P25	29,63	-1,05	-319,49	52	P48	40,25	0,43	132,65
18	P16	30,13	-0,25	-75,32	53	P43	40,88	0,07	20,35
19	P46	30,13	-0,23	-69,21	54	P28	41,00	-0,01	-3,74
20	P24	30,50	-1,30	-395,59	55	IAC_62	41,13	2,30	702,80
21	P64	30,88	-0,92	-281,61	56	P58	41,63	0,45	138,39
22	P13	31,38	0,19	56,89	57	P33	42,50	0,38	114,62
23	P50	31,50	-0,55	-167,05	58	P65	43,25	0,33	100,86
24	P53	31,75	-1,64	-498,93	59	P61	43,75	0,41	126,08
25	P62	31,88	0,39	120,44	60	P29	44,00	-0,01	-4,47
26	P68	31,88	-0,29	-88,19	61	P39	44,50	-0,11	-34,57
27	P67	32,13	0,14	41,81	62	P18	45,25	0,84	257,40
28	P44	32,50	-0,40	-121,96	63	P20	45,38	1,24	377,47
29	P21	32,63	1,04	317,29	64	P51	46,63	0,37	111,92
30	P14	33,00	-0,23	-70,95	65	IAC_99	48,13	1,84	559,93
31	P30	33,63	0,10	30,13	66	P17	51,38	0,93	284,70
32	P63	33,75	-0,07	-19,87	67	P45	52,63	1,06	324,49
33	P49	34,00	-0,57	-172,63	68	P59	53,63	1,25	382,23
34	P54	34,13	-0,18	-54,20	69	P8	55,38	3,56	1087,18
35	P15	34,25	-1,01	-306,83	70	P9	56,25	2,61	795,08

Tabela 2 - Ranqueamento das progênies pelo Índice de Mulamba e Mock (1978) com valores predidos (BLUP) e ganho para o caráter incidência à ferrugem.

Mulamba e Mock - INC FERRUGEM					Mulamba e Mock – INC FERRUGEM				
Ranking					Ranking				
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P36	17,13	-10,91	-36,23	36	P5	34,50	-0,65	-2,15
2	P26	18,00	-16,03	-53,25	37	P42	35,25	-3,02	-10,04
3	P35	20,00	-6,23	-20,71	38	P57	35,50	-3,60	-11,96
4	P41	21,50	-8,50	-28,23	39	P19	35,63	-4,83	-16,04
5	P1	23,50	-7,92	-26,30	40	P32	36,00	3,71	12,34
6	P7	25,50	-7,56	-25,13	41	P55	36,25	-1,51	-5,02
7	P10	25,88	-16,32	-54,20	42	P2	36,38	5,59	18,57
8	P12	26,25	-13,56	-45,03	43	P60	36,38	15,43	51,26
9	P3	26,50	-5,54	-18,41	44	P6	36,75	-3,83	-12,74
10	P27	26,63	-7,05	-23,43	45	P52	37,63	-4,83	-16,05
11	P38	26,75	-3,99	-13,27	46	P37	38,25	7,40	24,57
12	P56	28,50	-10,82	-35,95	47	P31	39,00	-1,78	-5,91
13	P11	28,88	-13,77	-45,76	48	P34	39,13	2,88	9,56
14	P66	29,13	4,91	16,31	49	P4	39,13	7,14	23,71
15	P22	29,25	2,40	7,97	50	P47	39,63	5,96	19,79
16	P40	29,25	-6,55	-21,75	51	P23	39,88	2,42	8,04
17	P25	29,63	-10,80	-35,89	52	P48	40,25	3,53	11,72
18	P16	30,13	-2,55	-8,46	53	P43	40,88	0,70	2,32
19	P46	30,13	-3,16	-10,49	54	P28	41,00	-1,25	-4,14
20	P24	30,50	-12,23	-40,63	55	IAC_62	41,13	23,90	79,41
21	P64	30,88	-9,08	-30,16	56	P58	41,63	7,28	24,17
22	P13	31,38	3,06	10,17	57	P33	42,50	3,17	10,54
23	P50	31,50	-5,89	-19,58	58	P65	43,25	2,30	7,65
24	P53	31,75	-15,42	-51,21	59	P61	43,75	5,35	17,77
25	P62	31,88	5,09	16,91	60	P29	44,00	0,47	1,57
26	P68	31,88	-4,77	-15,85	61	P39	44,50	-2,36	-7,83
27	P67	32,13	2,32	7,72	62	P18	45,25	5,62	18,68
28	P44	32,50	-4,92	-16,36	63	P20	45,38	14,03	46,60
29	P21	32,63	11,42	37,92	64	P51	46,63	3,93	13,04
30	P14	33,00	-3,95	-13,11	65	IAC_99	48,13	18,36	61,00
31	P30	33,63	0,20	0,65	66	P17	51,38	11,42	37,94
32	P63	33,75	-1,32	-4,38	67	P45	52,63	12,99	43,15
33	P49	34,00	-5,98	-19,86	68	P59	53,63	11,24	37,33
34	P54	34,13	-2,46	-8,16	69	P8	55,38	29,87	99,22
35	P15	34,25	-10,01	-33,26	70	P9	56,25	20,88	69,37

Tabela 3 – Ranqueamento das progênies pelo Índice de Mulamba e Mock (1978) com valores preditos (BLUP) e ganho para o caráter severidade à cercosporiose.

Mulamba e Mock - SEV CERCOSPORIOSE					Mulamba e Mock - SEV CERCOSPORIOSE				
		Ranking					Ranking		
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P36	17,13	-0,39	-59,13	36	P5	34,50	-0,44	-68,00
2	P26	18,00	-0,23	-34,39	37	P42	35,25	0,15	22,67
3	P35	20,00	-0,44	-67,91	38	P57	35,50	0,00	0,08
4	P41	21,50	-0,21	-32,43	39	P19	35,63	0,14	21,83
5	P1	23,50	-0,29	-43,95	40	P32	36,00	-0,19	-29,56
6	P7	25,50	-0,21	-32,03	41	P55	36,25	-0,13	-19,38
7	P10	25,88	0,01	1,33	42	P2	36,38	-0,23	-34,54
8	P12	26,25	-0,02	-2,39	43	P60	36,38	-0,02	-3,77
9	P3	26,50	-0,17	-26,16	44	P6	36,75	0,05	7,09
10	P27	26,63	-0,03	-5,01	45	P52	37,63	-0,01	-1,98
11	P38	26,75	-0,19	-28,64	46	P37	38,25	-0,30	-45,84
12	P56	28,50	-0,04	-5,48	47	P31	39,00	0,08	11,96
13	P11	28,88	0,13	19,83	48	P34	39,13	0,28	43,25
14	P66	29,13	-0,11	-16,39	49	P4	39,13	-0,09	-13,01
15	P22	29,25	-0,07	-10,34	50	P47	39,63	0,13	19,69
16	P40	29,25	0,04	6,07	51	P23	39,88	0,17	26,07
17	P25	29,63	-0,03	-3,89	52	P48	40,25	0,16	24,60
18	P16	30,13	-0,12	-19,09	53	P43	40,88	-0,07	-11,09
19	P46	30,13	-0,10	-15,37	54	P28	41,00	0,02	2,44
20	P24	30,50	0,00	0,14	55	IAC_62	41,13	0,30	46,11
21	P64	30,88	0,00	0,11	56	P58	41,63	0,16	24,43
22	P13	31,38	-0,28	-42,73	57	P33	42,50	-0,05	-7,08
23	P50	31,50	0,01	0,79	58	P65	43,25	0,15	22,69
24	P53	31,75	0,10	15,48	59	P61	43,75	0,16	23,78
25	P62	31,88	-0,04	-6,75	60	P29	44,00	0,01	1,48
26	P68	31,88	0,04	6,15	61	P39	44,50	0,08	12,93
27	P67	32,13	0,12	19,05	62	P18	45,25	0,16	24,51
28	P44	32,50	-0,03	-4,92	63	P20	45,38	0,25	37,53
29	P21	32,63	-0,09	-13,01	64	P51	46,63	0,07	10,69
30	P14	33,00	-0,10	-14,81	65	IAC_99	48,13	0,25	38,47
31	P30	33,63	-0,05	-7,55	66	P17	51,38	0,43	65,77
32	P63	33,75	0,07	10,25	67	P45	52,63	0,17	26,17
33	P49	34,00	0,05	7,42	68	P59	53,63	0,17	25,72
34	P54	34,13	-0,06	-8,88	69	P8	55,38	0,28	42,88
35	P15	34,25	0,07	10,65	70	P9	56,25	0,36	55,43

Tabela 4 – Ranqueamento das progênies pelo Índice de Mulamba e Mock (1978) com valores predidos (BLUP) e ganho para o caráter incidência à cercosporiose.

Mulamba e Mock - INC CERCOSPORIOSE					Mulamba e Mock - INC CERCOSPORIOSE				
		Ranking					Ranking		
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P36	17,13	-33,75	-22,94	36	P5	34,50	-34,13	-23,20
2	P26	18,00	-24,14	-16,41	37	P42	35,25	10,27	6,98
3	P35	20,00	-30,39	-20,66	38	P57	35,50	0,43	0,30
4	P41	21,50	-16,30	-11,08	39	P19	35,63	17,28	11,74
5	P1	23,50	-27,61	-18,77	40	P32	36,00	-18,71	-12,72
6	P7	25,50	-20,66	-14,04	41	P55	36,25	-10,16	-6,91
7	P10	25,88	-4,08	-2,78	42	P2	36,38	-14,79	-10,06
8	P12	26,25	-4,47	-3,04	43	P60	36,38	-3,65	-2,48
9	P3	26,50	-14,49	-9,85	44	P6	36,75	5,33	3,62
10	P27	26,63	-3,78	-2,57	45	P52	37,63	0,50	0,34
11	P38	26,75	-15,87	-10,79	46	P37	38,25	-24,64	-16,75
12	P56	28,50	-4,99	-3,39	47	P31	39,00	5,22	3,55
13	P11	28,88	10,66	7,24	48	P34	39,13	14,98	10,19
14	P66	29,13	-13,99	-9,51	49	P4	39,13	-11,95	-8,12
15	P22	29,25	-3,07	-2,09	50	P47	39,63	12,53	8,52
16	P40	29,25	0,93	0,63	51	P23	39,88	18,34	12,47
17	P25	29,63	-3,23	-2,19	52	P48	40,25	21,10	14,34
18	P16	30,13	-12,82	-8,72	53	P43	40,88	-0,67	-0,45
19	P46	30,13	-5,68	-3,86	54	P28	41,00	-0,76	-0,52
20	P24	30,50	1,67	1,14	55	IAC_62	41,13	19,08	12,97
21	P64	30,88	-1,68	-1,14	56	P58	41,63	20,88	14,19
22	P13	31,38	-21,15	-14,38	57	P33	42,50	-8,84	-6,01
23	P50	31,50	-1,24	-0,84	58	P65	43,25	9,33	6,34
24	P53	31,75	9,87	6,71	59	P61	43,75	15,29	10,40
25	P62	31,88	-5,04	-3,42	60	P29	44,00	-2,68	-1,82
26	P68	31,88	-1,21	-0,82	61	P39	44,50	8,72	5,93
27	P67	32,13	7,21	4,90	62	P18	45,25	13,23	9,00
28	P44	32,50	-1,47	-1,00	63	P20	45,38	32,99	22,42
29	P21	32,63	-5,30	-3,60	64	P51	46,63	5,04	3,42
30	P14	33,00	-13,13	-8,92	65	IAC_99	48,13	27,06	18,40
31	P30	33,63	-9,83	-6,68	66	P17	51,38	42,84	29,12
32	P63	33,75	4,03	2,74	67	P45	52,63	15,89	10,80
33	P49	34,00	-1,40	-0,95	68	P59	53,63	23,67	16,09
34	P54	34,13	-4,47	-3,04	69	P8	55,38	34,43	23,41
35	P15	34,25	11,30	7,68	70	P9	56,25	16,08	10,93

Tabela 5 - Ranqueamento das progênies pelo Índice de Mulamba e Mock (1978) com valores predidos (BLUP) e ganho para o caráter % grãos chochos.

Mulamba e Mock – % GRÃOS CHOCHOS					Mulamba e Mock – % GRÃOS CHOCHOS				
Ranking					Ranking				
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P36	17,13	-3,61	-36,99	36	P5	34,50	-0,14	-1,46
2	P26	18,00	-0,14	-1,46	37	P42	35,25	-0,36	-3,72
3	P35	20,00	0,04	0,44	38	P57	35,50	-2,39	-24,51
4	P41	21,50	-3,21	-32,83	39	P19	35,63	-0,14	-1,46
5	P1	23,50	-0,14	-1,46	40	P32	36,00	-0,14	-1,46
6	P7	25,50	-1,36	-13,93	41	P55	36,25	-3,21	-32,83
7	P10	25,88	-0,14	-1,46	43	P60	36,38	-1,58	-16,20
8	P12	26,25	-0,14	-1,46	42	P2	36,38	-0,14	-1,46
9	P3	26,50	-0,14	-1,46	44	P6	36,75	-0,14	-1,46
10	P27	26,63	-0,14	-1,46	45	P52	37,63	2,48	25,40
11	P38	26,75	1,67	17,08	46	P37	38,25	1,67	17,08
12	P56	28,50	-0,36	-3,72	47	P31	39,00	-0,14	-1,46
13	P11	28,88	-0,14	-1,46	48	P34	39,13	-0,33	-3,36
14	P66	29,13	-2,80	-28,67	49	P4	39,13	-0,14	-1,46
16	P40	29,25	-1,99	-20,35	50	P47	39,63	-2,80	-28,67
15	P22	29,25	-0,14	-1,46	51	P23	39,88	-0,14	-1,46
17	P25	29,63	-0,33	-3,36	52	P48	40,25	-3,61	-36,99
18	P16	30,13	-0,14	-1,46	53	P43	40,88	18,32	187,61
19	P46	30,13	1,67	17,08	54	P28	41,00	-0,14	-1,46
20	P24	30,50	-0,14	-1,46	55	IAC_62	41,13	-2,08	-21,31
21	P64	30,88	-1,99	-20,35	56	P58	41,63	-2,80	-28,67
22	P13	31,38	-0,14	-1,46	57	P33	42,50	-0,14	-1,46
23	P50	31,50	6,14	62,83	58	P65	43,25	-2,80	-28,67
24	P53	31,75	6,54	66,99	59	P61	43,75	0,04	0,44
26	P68	31,88	-3,21	-32,83	60	P29	44,00	-0,14	-1,46
25	P62	31,88	-0,36	-3,72	61	P39	44,50	0,45	4,60
27	P67	32,13	-4,02	-41,15	62	P18	45,25	-0,14	-1,46
28	P44	32,50	14,26	146,01	63	P20	45,38	-0,14	-1,46
29	P21	32,63	-0,14	-1,46	64	P51	46,63	4,10	42,03
30	P14	33,00	-0,27	-2,73	65	IAC_99	48,13	-2,59	-26,48
31	P30	33,63	-0,14	-1,46	66	P17	51,38	-0,14	-1,46
32	P63	33,75	-2,80	-28,67	67	P45	52,63	-0,77	-7,88
33	P49	34,00	1,67	17,08	68	P59	53,63	-1,18	-12,04
34	P54	34,13	-1,99	-20,35	69	P8	55,38	-0,14	-1,46
35	P15	34,25	-0,14	-1,46	70	P9	56,25	-0,14	-1,46

Tabela 6 - Ranqueamento das progênies pelo Índice de Mulamba e Mock (1978) com valores predidos (BLUP) e ganho para o caráter % peneira 17 e acima.

Mulamba e Mock – % PENEIRA 17 E ACIMA					Mulamba e Mock – % PENEIRA 17 E ACIMA				
		Ranking					Ranking		
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P36	17,13	-1,51	-5,70	36	P5	34,50	0,73	2,76
2	P26	18,00	-2,82	-10,65	37	P42	35,25	-4,25	-16,05
3	P35	20,00	6,92	26,13	38	P57	35,50	6,95	26,23
4	P41	21,50	-7,82	-29,52	39	P19	35,63	4,92	18,57
5	P1	23,50	-0,17	-0,64	40	P32	36,00	2,33	8,79
6	P7	25,50	-4,96	-18,70	41	P55	36,25	-6,24	-23,55
7	P10	25,88	-3,29	-12,41	43	P60	36,38	6,39	24,12
8	P12	26,25	3,18	11,99	42	P2	36,38	-4,50	-16,99
9	P3	26,50	6,28	23,72	44	P6	36,75	11,05	41,72
10	P27	26,63	-3,34	-12,62	45	P52	37,63	1,17	4,42
11	P38	26,75	1,11	4,18	46	P37	38,25	-0,80	-3,00
12	P56	28,50	1,03	3,87	47	P31	39,00	4,31	16,26
13	P11	28,88	-0,67	-2,53	49	P4	39,13	0,60	2,25
14	P66	29,13	-2,99	-11,27	48	P34	39,13	-6,89	-26,00
16	P40	29,25	-1,00	-3,78	50	P47	39,63	12,91	48,72
15	P22	29,25	-1,72	-6,50	51	P23	39,88	0,21	0,81
17	P25	29,63	3,58	13,50	52	P48	40,25	3,02	11,40
19	P46	30,13	7,00	26,43	53	P43	40,88	8,09	30,53
18	P16	30,13	-0,10	-0,37	54	P28	41,00	-8,40	-31,70
20	P24	30,50	3,00	11,34	55	IAC_62	41,13	10,46	39,49
21	P64	30,88	-3,92	-14,79	56	P58	41,63	5,39	20,34
22	P13	31,38	6,67	25,17	57	P33	42,50	-6,08	-22,95
23	P50	31,50	5,66	21,35	58	P65	43,25	-9,62	-36,33
24	P53	31,75	6,17	23,29	59	P61	43,75	-2,24	-8,44
26	P68	31,88	-4,40	-16,60	60	P29	44,00	-7,99	-30,17
25	P62	31,88	-6,43	-24,28	61	P39	44,50	-6,42	-24,21
27	P67	32,13	-4,03	-15,21	62	P18	45,25	1,26	4,75
28	P44	32,50	5,90	22,27	63	P20	45,38	4,80	18,12
29	P21	32,63	5,12	19,34	64	P51	46,63	2,21	8,35
30	P14	33,00	-0,51	-1,94	65	IAC_99	48,13	0,01	0,04
31	P30	33,63	-9,30	-35,10	66	P17	51,38	-1,57	-5,94
32	P63	33,75	-6,24	-23,54	67	P45	52,63	-8,66	-32,70
33	P49	34,00	-5,16	-19,47	68	P59	53,63	-1,42	-5,37
34	P54	34,13	-2,52	-9,52	69	P8	55,38	1,37	5,16
35	P15	34,25	0,16	0,62	70	P9	56,25	-1,98	-7,47

Tabela 7 - Ranqueamento das progênies pelo Índice de Mulamba e Mock (1978) com valores predidos (BLUP) e ganho para o caráter % grãos tipo moca.

Mulamba e Mock – % MOCA					Mulamba e Mock – % MOCA				
Ranking					Ranking				
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P36	17,13	10,10	42,57	36	P62	35,44	-4,15	-17,50
2	P26	18,00	-2,21	-9,30	37	P47	35,56	-1,07	-4,52
3	P35	20,00	0,51	2,16	38	P32	35,67	2,57	10,84
4	P41	21,50	-7,95	-33,51	39	P52	35,78	0,92	3,86
5	P1	23,50	0,27	1,12	40	P54	35,89	7,28	30,69
6	P7	25,50	-3,38	-14,23	41	P15	36,22	-2,10	-8,84
7	P10	25,88	-1,08	-4,55	42	P42	36,67	-3,61	-15,24
8	P12	26,25	0,33	1,38	43	P63	36,67	-2,13	-8,97
9	P3	26,50	0,90	3,78	44	P31	36,89	-0,15	-0,62
10	P27	26,63	-2,69	-11,35	45	P48	37,11	-0,02	-0,09
11	P38	26,75	2,19	9,23	46	P49	37,11	-0,21	-0,89
12	P56	28,50	8,16	34,42	47	P58	37,11	-0,55	-2,31
13	P11	28,88	-2,34	-9,88	48	IAC_62	37,22	-4,16	-17,52
14	P66	29,13	-3,10	-13,07	49	P2	37,22	0,78	3,28
15	P22	29,25	-6,90	-29,09	50	P30	37,56	-3,92	-16,55
16	P40	29,25	-3,70	-15,60	51	P4	37,78	3,04	12,82
17	P25	29,63	4,74	20,01	52	P37	38,67	4,50	18,96
18	P16	30,13	-1,92	-8,11	53	P23	38,78	-1,35	-5,68
19	P46	30,13	-3,16	-13,32	54	P55	39,33	5,54	23,34
20	P24	30,50	1,50	6,31	55	P34	41,00	-4,65	-19,62
21	P64	30,88	5,01	21,11	56	P20	41,44	-2,59	-10,91
22	P13	31,38	1,65	6,95	57	P18	43,44	-0,40	-1,68
23	P50	31,50	-2,29	-9,64	58	P61	43,44	-2,95	-12,44
24	P53	31,75	1,26	5,33	59	P28	43,89	1,15	4,84
25	P62	31,88	-4,15	-17,50	60	P51	44,00	-1,93	-8,16
26	P68	31,88	-3,23	-13,62	61	P33	44,56	1,39	5,85
27	P67	32,13	-4,57	-19,29	62	IAC_99	45,11	-0,61	-2,59
28	P44	32,50	-3,95	-16,66	63	P29	46,33	3,34	14,09
29	P21	32,63	0,07	0,31	64	P39	46,56	1,24	5,24
30	P14	33,00	2,87	12,12	65	P65	46,89	4,30	18,13
31	P30	33,63	-3,92	-16,55	66	P17	49,67	-0,89	-3,75
32	P63	33,75	-2,13	-8,97	67	P59	52,44	1,44	6,05
33	P49	34,00	-0,21	-0,89	68	P8	52,56	3,22	13,58
34	P54	34,13	7,28	30,69	69	P45	54,56	-0,04	-0,19
35	P15	34,25	-2,10	-8,84	70	P9	57,00	2,64	11,15

Tabela 8 - Ranqueamento das progênies pelo Índice de Mulamba e Mock (1978) com valores preditos (BLUP) e ganho para o caráter produtividade.

Mulamba e Mock – PRODUTIVIDADE					Mulamba e Mock – PRODUTIVIDADE				
Ranking					Ranking				
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P36	17,13	4,17	11,98	36	P5	34,50	-3,91	-11,22
2	P26	18,00	2,51	7,20	37	P42	35,25	0,68	1,96
3	P35	20,00	2,54	7,29	38	P57	35,50	-4,12	-11,83
4	P41	21,50	-2,17	-6,23	39	P19	35,63	0,00	0,01
5	P1	23,50	-1,52	-4,35	40	P32	36,00	-0,60	-1,71
6	P7	25,50	-4,48	-12,86	41	P55	36,25	-2,03	-5,83
7	P10	25,88	-0,29	-0,82	42	P2	36,38	1,13	3,24
8	P12	26,25	-1,56	-4,47	43	P60	36,38	-2,50	-7,17
9	P3	26,50	-1,19	-3,42	44	P6	36,75	-2,27	-6,52
10	P27	26,63	2,42	6,96	45	P52	37,63	-1,43	-4,12
11	P38	26,75	5,56	15,96	46	P37	38,25	1,67	4,81
12	P56	28,50	-0,49	-1,42	47	P31	39,00	-1,44	-4,13
13	P11	28,88	0,03	0,09	48	P34	39,13	2,78	8,00
14	P66	29,13	0,93	2,67	49	P4	39,13	1,80	5,16
15	P22	29,25	3,96	11,36	50	P47	39,63	-2,46	-7,06
16	P40	29,25	-1,76	-5,06	51	P23	39,88	4,51	12,95
17	P25	29,63	-1,69	-4,85	52	P48	40,25	-0,12	-0,34
18	P16	30,13	-1,89	-5,42	53	P43	40,88	-1,86	-5,33
19	P46	30,13	-2,47	-7,10	54	P28	41,00	2,01	5,78
20	P24	30,50	-0,33	-0,95	55	IAC_62	41,13	-0,55	-1,59
21	P64	30,88	0,93	2,68	56	P58	41,63	-1,08	-3,10
22	P13	31,38	-1,73	-4,97	57	P33	42,50	-0,41	-1,19
23	P50	31,50	-0,84	-2,41	58	P65	43,25	3,57	10,25
24	P53	31,75	1,26	3,61	59	P61	43,75	3,70	10,64
25	P62	31,88	3,39	9,74	60	P29	44,00	0,15	0,44
26	P68	31,88	-1,62	-4,64	61	P39	44,50	1,15	3,29
27	P67	32,13	2,30	6,59	62	P18	45,25	-0,44	-1,28
28	P44	32,50	-2,99	-8,60	63	P20	45,38	0,16	0,47
29	P21	32,63	5,49	15,76	64	P51	46,63	-3,86	-11,08
30	P14	33,00	-1,74	-5,00	65	IAC_99	48,13	-0,92	-2,65
31	P30	33,63	1,34	3,84	66	P17	51,38	-0,57	-1,64
32	P63	33,75	1,35	3,87	67	P45	52,63	-1,44	-4,14
33	P49	34,00	4,60	13,22	68	P59	53,63	-2,54	-7,30
34	P54	34,13	-0,04	-0,10	69	P8	55,38	0,28	0,81
35	P15	34,25	-3,79	-10,89	70	P9	56,25	0,75	2,15

Tabela 9 – Ranqueamento das progênies pela seleção direta com valores predidos (BLUP) e ganho para o caráter severidade à ferrugem.

Seleção Direta – SEV FERRUGEM					Seleção Direta – SEV FERRUGEM				
		Ranking					Ranking		
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P10	30,56	-1,64	-500,13	36	P63	36,67	-0,07	-19,87
2	P53	29,11	-1,64	-498,93	37	P5	34,89	-0,04	-13,58
3	P26	21,78	-1,63	-497,17	38	P29	46,33	-0,01	-4,47
4	P11	29,56	-1,54	-470,33	39	P28	43,89	-0,01	-3,74
5	P12	26,11	-1,39	-423,46	40	P34	41,00	0,06	18,54
6	P36	19,78	-1,32	-403,19	41	P43	34,89	0,07	20,35
7	P24	29,33	-1,30	-395,59	42	P30	37,56	0,10	30,13
8	P25	28,56	-1,05	-319,49	43	P67	34,11	0,14	41,81
9	P15	36,22	-1,01	-306,83	44	P22	31,89	0,18	54,84
10	P56	29,78	-0,97	-294,50	45	P13	30,22	0,19	56,89
11	P64	33,78	-0,92	-281,61	46	P23	38,78	0,23	71,05
12	P41	26,67	-0,91	-277,05	47	P32	35,67	0,26	79,77
13	P1	26,67	-0,78	-236,96	48	P65	46,89	0,33	100,86
14	P7	30,33	-0,75	-229,60	49	P51	44,00	0,37	111,92
15	P40	29,00	-0,73	-223,01	50	P33	44,56	0,38	114,62
16	P27	28,00	-0,65	-199,23	51	P62	35,44	0,39	120,44
17	P49	37,11	-0,57	-172,63	52	P66	30,67	0,41	124,94
18	P50	29,78	-0,55	-167,05	53	P61	43,44	0,41	126,08
19	P3	23,89	-0,54	-166,04	54	P48	37,11	0,43	132,65
20	P35	19,00	-0,51	-155,06	55	P58	37,11	0,45	138,39
21	P38	27,44	-0,48	-146,53	56	P47	35,56	0,47	142,99
22	P52	35,78	-0,47	-144,59	57	P37	38,67	0,52	158,95
23	P44	29,44	-0,40	-121,96	58	P2	37,22	0,53	161,03
24	P6	32,67	-0,39	-118,48	59	P4	37,78	0,61	185,30
25	P19	32,11	-0,38	-115,70	60	P18	43,44	0,84	257,40
26	P57	32,67	-0,33	-101,61	61	P17	49,67	0,93	284,70
27	P68	33,78	-0,29	-88,19	62	P21	29,56	1,04	317,29
28	P16	29,44	-0,25	-75,32	63	P45	54,56	1,06	324,49
29	P14	33,44	-0,23	-70,95	64	P20	41,44	1,24	377,47
30	P46	26,56	-0,23	-69,21	65	P59	52,44	1,25	382,23
31	P54	35,89	-0,18	-54,20	66	P60	34,00	1,47	447,09
32	P42	36,67	-0,15	-47,27	67	IAC_99	45,11	1,84	559,93
33	P55	39,33	-0,15	-46,80	68	IAC_62	37,22	2,30	702,80
34	P39	46,56	-0,11	-34,57	69	P9	57,00	2,61	795,08
35	P31	36,89	-0,11	-32,31	70	P8	52,56	3,56	1087,18

Tabela 10 - Ranqueamento das progênies pela seleção direta com valores predidos (BLUP) e ganho para o caráter incidência à ferrugem.

Seleção Direta – INC FERRUGEM					Seleção Direta – INC FERRUGEM				
Ranking					Ranking				
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P35	19,00	-6,23	-20,71	36	P62	35,44	5,09	16,91
2	P36	19,78	-10,91	-36,23	37	P47	35,56	5,96	19,79
3	P26	21,78	-16,03	-53,25	38	P32	35,67	3,71	12,34
4	P3	23,89	-5,54	-18,41	39	P52	35,78	-4,83	-16,05
5	P12	26,11	-13,56	-45,03	40	P54	35,89	-2,46	-8,16
6	P46	26,56	-3,16	-10,49	41	P15	36,22	-10,01	-33,26
7	P41	26,67	-8,50	-28,23	42	P42	36,67	-3,02	-10,04
8	P1	26,67	-7,92	-26,30	43	P63	36,67	-1,32	-4,38
9	P38	27,44	-3,99	-13,27	44	P31	36,89	-1,78	-5,91
10	P27	28,00	-7,05	-23,43	45	P49	37,11	-5,98	-19,86
11	P25	28,56	-10,80	-35,89	46	P48	37,11	3,53	11,72
12	P40	29,00	-6,55	-21,75	47	P58	37,11	7,28	24,17
13	P53	29,11	-15,42	-51,21	48	P2	37,22	5,59	18,57
14	P24	29,33	-12,23	-40,63	49	IAC_62	37,22	23,90	79,41
15	P44	29,44	-4,92	-16,36	50	P30	37,56	0,20	0,65
16	P16	29,44	-2,55	-8,46	51	P4	37,78	7,14	23,71
17	P11	29,56	-13,77	-45,76	52	P37	38,67	7,40	24,57
18	P21	29,56	11,42	37,92	53	P23	38,78	2,42	8,04
19	P56	29,78	-10,82	-35,95	54	P55	39,33	-1,51	-5,02
20	P50	29,78	-5,89	-19,58	55	P34	41,00	2,88	9,56
21	P13	30,22	3,06	10,17	56	P20	41,44	14,03	46,60
22	P7	30,33	-7,56	-25,13	57	P61	43,44	5,35	17,77
23	P10	30,56	-16,32	-54,20	58	P18	43,44	5,62	18,68
24	P66	30,67	4,91	16,31	59	P28	43,89	-1,25	-4,14
25	P22	31,89	2,40	7,97	60	P51	44,00	3,93	13,04
26	P19	32,11	-4,83	-16,04	61	P33	44,56	3,17	10,54
27	P6	32,67	-3,83	-12,74	62	IAC_99	45,11	18,36	61,00
28	P57	32,67	-3,60	-11,96	63	P29	46,33	0,47	1,57
29	P14	33,44	-3,95	-13,11	64	P39	46,56	-2,36	-7,83
30	P64	33,78	-9,08	-30,16	65	P65	46,89	2,30	7,65
31	P68	33,78	-4,77	-15,85	66	P17	49,67	11,42	37,94
32	P60	34,00	15,43	51,26	67	P59	52,44	11,24	37,33
33	P67	34,11	2,32	7,72	68	P8	52,56	29,87	99,22
34	P5	34,89	-0,65	-2,15	69	P45	54,56	12,99	43,15
35	P43	34,89	0,70	2,32	70	P9	57,00	20,88	69,37

Tabela 11 - Ranqueamento das progênies pela seleção direta com valores predidos (BLUP) e ganho para o caráter severidade à cercosporiose.

Seleção Direta – SEV CERCOSPORIOSE					Seleção Direta – SEV CERCOSPORIOSE				
		Ranking					Ranking		
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P35	19,00	-0,44	-67,91	36	P62	35,44	-0,04	-6,75
2	P36	19,78	-0,39	-59,13	37	P47	35,56	0,13	19,69
3	P26	21,78	-0,23	-34,39	38	P32	35,67	-0,19	-29,56
4	P3	23,89	-0,17	-26,16	39	P52	35,78	-0,01	-1,98
5	P12	26,11	-0,02	-2,39	40	P54	35,89	-0,06	-8,88
6	P46	26,56	-0,10	-15,37	41	P15	36,22	0,07	10,65
7	P1	26,67	-0,29	-43,95	42	P63	36,67	0,07	10,25
8	P41	26,67	-0,21	-32,43	43	P42	36,67	0,15	22,67
9	P38	27,44	-0,19	-28,64	44	P31	36,89	0,08	11,96
10	P27	28,00	-0,03	-5,01	45	P49	37,11	0,05	7,42
11	P25	28,56	-0,03	-3,89	46	P58	37,11	0,16	24,43
12	P40	29,00	0,04	6,07	47	P48	37,11	0,16	24,60
13	P53	29,11	0,10	15,48	48	P2	37,22	-0,23	-34,54
14	P24	29,33	0,00	0,14	49	IAC_62	37,22	0,30	46,11
15	P16	29,44	-0,12	-19,09	50	P30	37,56	-0,05	-7,55
16	P44	29,44	-0,03	-4,92	51	P4	37,78	-0,09	-13,01
17	P21	29,56	-0,09	-13,01	52	P37	38,67	-0,30	-45,84
18	P11	29,56	0,13	19,83	53	P23	38,78	0,17	26,07
19	P56	29,78	-0,04	-5,48	54	P55	39,33	-0,13	-19,38
20	P50	29,78	0,01	0,79	55	P34	41,00	0,28	43,25
21	P13	30,22	-0,28	-42,73	56	P20	41,44	0,25	37,53
22	P7	30,33	-0,21	-32,03	57	P61	43,44	0,16	23,78
23	P10	30,56	0,01	1,33	58	P18	43,44	0,16	24,51
24	P66	30,67	-0,11	-16,39	59	P28	43,89	0,02	2,44
25	P22	31,89	-0,07	-10,34	60	P51	44,00	0,07	10,69
26	P19	32,11	0,14	21,83	61	P33	44,56	-0,05	-7,08
27	P57	32,67	0,00	0,08	62	IAC_99	45,11	0,25	38,47
28	P6	32,67	0,05	7,09	63	P29	46,33	0,01	1,48
29	P14	33,44	-0,10	-14,81	64	P39	46,56	0,08	12,93
30	P64	33,78	0,00	0,11	65	P65	46,89	0,15	22,69
31	P68	33,78	0,04	6,15	66	P17	49,67	0,43	65,77
32	P60	34,00	-0,02	-3,77	67	P59	52,44	0,17	25,72
33	P67	34,11	0,12	19,05	68	P8	52,56	0,28	42,88
34	P5	34,89	-0,44	-68,00	69	P45	54,56	0,17	26,17
35	P43	34,89	-0,07	-11,09	70	P9	57,00	0,36	55,43

Tabela 12 - Ranqueamento das progênies pela seleção direta com valores predidos (BLUP) e ganho para o caráter incidência à cercosporiose.

Seleção Direta – INC CERCOSPORIOSE					Seleção Direta – INC CERCOSPORIOSE				
		Ranking					Ranking		
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P35	19,00	-30,39	-20,66	36	P62	35,44	-5,04	-3,42
2	P36	19,78	-33,75	-22,94	37	P47	35,56	12,53	8,52
3	P26	21,78	-24,14	-16,41	38	P32	35,67	-18,71	-12,72
4	P3	23,89	-14,49	-9,85	39	P52	35,78	0,50	0,34
5	P12	26,11	-4,47	-3,04	40	P54	35,89	-4,47	-3,04
6	P46	26,56	-5,68	-3,86	41	P15	36,22	11,30	7,68
7	P1	26,67	-27,61	-18,77	42	P63	36,67	4,03	2,74
8	P41	26,67	-16,30	-11,08	43	P42	36,67	10,27	6,98
9	P38	27,44	-15,87	-10,79	44	P31	36,89	5,22	3,55
10	P27	28,00	-3,78	-2,57	45	P49	37,11	-1,40	-0,95
11	P25	28,56	-3,23	-2,19	46	P58	37,11	20,88	14,19
12	P40	29,00	0,93	0,63	47	P48	37,11	21,10	14,34
13	P53	29,11	9,87	6,71	48	P2	37,22	-14,79	-10,06
14	P24	29,33	1,67	1,14	49	IAC_62	37,22	19,08	12,97
15	P16	29,44	-12,82	-8,72	50	P30	37,56	-9,83	-6,68
16	P44	29,44	-1,47	-1,00	51	P4	37,78	-11,95	-8,12
17	P21	29,56	-5,30	-3,60	52	P37	38,67	-24,64	-16,75
18	P11	29,56	10,66	7,24	53	P23	38,78	18,34	12,47
19	P56	29,78	-4,99	-3,39	54	P55	39,33	-10,16	-6,91
20	P50	29,78	-1,24	-0,84	55	P34	41,00	14,98	10,19
21	P13	30,22	-21,15	-14,38	56	P20	41,44	32,99	22,42
22	P7	30,33	-20,66	-14,04	57	P18	43,44	13,23	9,00
23	P10	30,56	-4,08	-2,78	58	P61	43,44	15,29	10,40
24	P66	30,67	-13,99	-9,51	59	P28	43,89	-0,76	-0,52
25	P22	31,89	-3,07	-2,09	60	P51	44,00	5,04	3,42
26	P19	32,11	17,28	11,74	61	P33	44,56	-8,84	-6,01
27	P57	32,67	0,43	0,30	62	IAC_99	45,11	27,06	18,40
28	P6	32,67	5,33	3,62	63	P29	46,33	-2,68	-1,82
29	P14	33,44	-13,13	-8,92	64	P39	46,56	8,72	5,93
30	P64	33,78	-1,68	-1,14	65	P65	46,89	9,33	6,34
31	P68	33,78	-1,21	-0,82	66	P17	49,67	42,84	29,12
32	P60	34,00	-3,65	-2,48	67	P59	52,44	23,67	16,09
33	P67	34,11	7,21	4,90	68	P8	52,56	34,43	23,41
34	P5	34,89	-34,13	-23,20	69	P45	54,56	15,89	10,80
35	P43	34,89	-0,67	-0,45	70	P9	57,00	16,08	10,93

Tabela 13 - Ranqueamento das progênies pela seleção direta com valores predidos (BLUP) e ganho para o caráter % grãos chochos.

Seleção Direta – GRÃOS CHOCHOS					Seleção Direta – GRAOS CHOCHOS				
Ranking					Ranking				
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P67	34,11	-4,02	-41,15	36	P18	43,44	-0,14	-1,46
2	P36	19,78	-3,61	-36,99	37	P19	32,11	-0,14	-1,46
3	P48	37,11	-3,61	-36,99	38	P2	37,22	-0,14	-1,46
4	P41	26,67	-3,21	-32,83	39	P20	41,44	-0,14	-1,46
5	P55	39,33	-3,21	-32,83	40	P21	29,56	-0,14	-1,46
6	P68	33,78	-3,21	-32,83	41	P22	31,89	-0,14	-1,46
7	P47	35,56	-2,80	-28,67	42	P23	38,78	-0,14	-1,46
8	P58	37,11	-2,80	-28,67	43	P24	29,33	-0,14	-1,46
9	P63	36,67	-2,80	-28,67	44	P26	21,78	-0,14	-1,46
10	P65	46,89	-2,80	-28,67	45	P27	28,00	-0,14	-1,46
11	P66	30,67	-2,80	-28,67	46	P28	43,89	-0,14	-1,46
12	IAC_99	45,11	-2,59	-26,48	47	P29	46,33	-0,14	-1,46
13	P57	32,67	-2,39	-24,51	48	P3	23,89	-0,14	-1,46
14	IAC_62	37,22	-2,08	-21,31	49	P30	37,56	-0,14	-1,46
15	P40	29,00	-1,99	-20,35	50	P31	36,89	-0,14	-1,46
16	P54	35,89	-1,99	-20,35	51	P32	35,67	-0,14	-1,46
17	P64	33,78	-1,99	-20,35	52	P33	44,56	-0,14	-1,46
18	P60	34,00	-1,58	-16,20	53	P4	37,78	-0,14	-1,46
19	P7	30,33	-1,36	-13,93	54	P5	34,89	-0,14	-1,46
20	P59	52,44	-1,18	-12,04	55	P6	32,67	-0,14	-1,46
21	P45	54,56	-0,77	-7,88	56	P8	52,56	-0,14	-1,46
22	P42	36,67	-0,36	-3,72	57	P9	57,00	-0,14	-1,46
23	P56	29,78	-0,36	-3,72	58	P35	19,00	0,04	0,44
24	P62	35,44	-0,36	-3,72	59	P61	43,44	0,04	0,44
25	P25	28,56	-0,33	-3,36	60	P39	46,56	0,45	4,60
26	P34	41,00	-0,33	-3,36	61	P37	38,67	1,67	17,08
27	P14	33,44	-0,27	-2,73	62	P38	27,44	1,67	17,08
28	P1	26,67	-0,14	-1,46	63	P46	26,56	1,67	17,08
29	P10	30,56	-0,14	-1,46	64	P49	37,11	1,67	17,08
30	P11	29,56	-0,14	-1,46	65	P52	35,78	2,48	25,40
31	P12	26,11	-0,14	-1,46	66	P51	44,00	4,10	42,03
32	P13	30,22	-0,14	-1,46	67	P50	29,78	6,14	62,83
33	P15	36,22	-0,14	-1,46	68	P53	29,11	6,54	66,99
34	P16	29,44	-0,14	-1,46	69	P44	29,44	14,26	146,01
35	P17	49,67	-0,14	-1,46	70	P43	34,89	18,32	187,61

Tabela 14 - Ranqueamento das progênies pela seleção direta com valores predidos (BLUP) e ganho para o caráter % peneira 17 e acima.

Seleção Direta – % PENEIRA 17 E ACIMA					Seleção Direta – % PENEIRA 17 E ACIMA				
Ranking					Ranking				
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P35	19,00	6,92	26,13	36	P62	35,44	-6,43	-24,28
2	P36	19,78	-1,51	-5,70	37	P47	35,56	12,91	48,72
3	P26	21,78	-2,82	-10,65	38	P32	35,67	2,33	8,79
4	P3	23,89	6,28	23,72	39	P52	35,78	1,17	4,42
5	P12	26,11	3,18	11,99	40	P54	35,89	-2,52	-9,52
6	P46	26,56	7,00	26,43	41	P15	36,22	0,16	0,62
7	P1	26,67	-0,17	-0,64	42	P42	36,67	-4,25	-16,05
8	P41	26,67	-7,82	-29,52	43	P63	36,67	-6,24	-23,54
9	P38	27,44	1,11	4,18	44	P31	36,89	4,31	16,26
10	P27	28,00	-3,34	-12,62	45	P58	37,11	5,39	20,34
11	P25	28,56	3,58	13,50	46	P48	37,11	3,02	11,40
12	P40	29,00	-1,00	-3,78	47	P49	37,11	-5,16	-19,47
13	P53	29,11	6,17	23,29	48	IAC_62	37,22	10,46	39,49
14	P24	29,33	3,00	11,34	49	P2	37,22	-4,50	-16,99
15	P44	29,44	5,90	22,27	50	P30	37,56	-9,30	-35,10
16	P16	29,44	-0,10	-0,37	51	P4	37,78	0,60	2,25
17	P21	29,56	5,12	19,34	52	P37	38,67	-0,80	-3,00
18	P11	29,56	-0,67	-2,53	53	P23	38,78	0,21	0,81
19	P50	29,78	5,66	21,35	54	P55	39,33	-6,24	-23,55
20	P56	29,78	1,03	3,87	55	P34	41,00	-6,89	-26,00
21	P13	30,22	6,67	25,17	56	P20	41,44	4,80	18,12
22	P7	30,33	-4,96	-18,70	57	P18	43,44	1,26	4,75
23	P10	30,56	-3,29	-12,41	58	P61	43,44	-2,24	-8,44
24	P66	30,67	-2,99	-11,27	59	P28	43,89	-8,40	-31,70
25	P22	31,89	-1,72	-6,50	60	P51	44,00	2,21	8,35
26	P19	32,11	4,92	18,57	61	P33	44,56	-6,08	-22,95
27	P6	32,67	11,05	41,72	62	IAC_99	45,11	0,01	0,04
28	P57	32,67	6,95	26,23	63	P29	46,33	-7,99	-30,17
29	P14	33,44	-0,51	-1,94	64	P39	46,56	-6,42	-24,21
30	P64	33,78	-3,92	-14,79	65	P65	46,89	-9,62	-36,33
31	P68	33,78	-4,40	-16,60	66	P17	49,67	-1,57	-5,94
32	P60	34,00	6,39	24,12	67	P59	52,44	-1,42	-5,37
33	P67	34,11	-4,03	-15,21	68	P8	52,56	1,37	5,16
34	P43	34,89	8,09	30,53	69	P45	54,56	-8,66	-32,70
35	P5	34,89	0,73	2,76	70	P9	57,00	-1,98	-7,47

Tabela 15 - Ranqueamento das progênies pela seleção direta com valores predidos (BLUP) e ganho para o caráter % grãos tipo moca.

Seleção Direta – % MOCA					Seleção Direta – % MOCA				
Ranking					Ranking				
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P35	19,00	0,51	2,16	36	P62	35,44	-4,15	-17,50
2	P36	19,78	10,10	42,57	37	P47	35,56	-1,07	-4,52
3	P26	21,78	-2,21	-9,30	38	P32	35,67	2,57	10,84
4	P3	23,89	0,90	3,78	39	P52	35,78	0,92	3,86
5	P12	26,11	0,33	1,38	40	P54	35,89	7,28	30,69
6	P46	26,56	-3,16	-13,32	41	P15	36,22	-2,10	-8,84
7	P41	26,67	-7,95	-33,51	42	P42	36,67	-3,61	-15,24
8	P1	26,67	0,27	1,12	43	P63	36,67	-2,13	-8,97
9	P38	27,44	2,19	9,23	44	P31	36,89	-0,15	-0,62
10	P27	28,00	-2,69	-11,35	45	P58	37,11	-0,55	-2,31
11	P25	28,56	4,74	20,01	46	P49	37,11	-0,21	-0,89
12	P40	29,00	-3,70	-15,60	47	P48	37,11	-0,02	-0,09
13	P53	29,11	1,26	5,33	48	IAC_62	37,22	-4,16	-17,52
14	P24	29,33	1,50	6,31	49	P2	37,22	0,78	3,28
15	P44	29,44	-3,95	-16,66	50	P30	37,56	-3,92	-16,55
16	P16	29,44	-1,92	-8,11	51	P4	37,78	3,04	12,82
17	P11	29,56	-2,34	-9,88	52	P37	38,67	4,50	18,96
18	P21	29,56	0,07	0,31	53	P23	38,78	-1,35	-5,68
19	P50	29,78	-2,29	-9,64	54	P55	39,33	5,54	23,34
20	P56	29,78	8,16	34,42	55	P34	41,00	-4,65	-19,62
21	P13	30,22	1,65	6,95	56	P20	41,44	-2,59	-10,91
22	P7	30,33	-3,38	-14,23	57	P61	43,44	-2,95	-12,44
23	P10	30,56	-1,08	-4,55	58	P18	43,44	-0,40	-1,68
24	P66	30,67	-3,10	-13,07	59	P28	43,89	1,15	4,84
25	P22	31,89	-6,90	-29,09	60	P51	44,00	-1,93	-8,16
26	P19	32,11	0,06	0,24	61	P33	44,56	1,39	5,85
27	P6	32,67	-0,03	-0,13	62	IAC_99	45,11	-0,61	-2,59
28	P57	32,67	7,52	31,71	63	P29	46,33	3,34	14,09
29	P14	33,44	2,87	12,12	64	P39	46,56	1,24	5,24
30	P68	33,78	-3,23	-13,62	65	P65	46,89	4,30	18,13
31	P64	33,78	5,01	21,11	66	P17	49,67	-0,89	-3,75
32	P60	34,00	-3,92	-16,53	67	P59	52,44	1,44	6,05
33	P67	34,11	-4,57	-19,29	68	P8	52,56	3,22	13,58
34	P5	34,89	1,22	5,13	69	P45	54,56	-0,04	-0,19
35	P43	34,89	2,22	9,37	70	P9	57,00	2,64	11,15

Tabela 16 - Ranqueamento das progênies pela seleção direta com valores predidos (BLUP) e ganho para o caráter produtividade.

Seleção Direta – PRODUTIVIDADE					Seleção Direta – PRODUTIVIDADE				
Ranking					Ranking				
	Prog	Geral	BLUP	ganho		Prog	Geral	BLUP	ganho
1	P35	19,00	2,54	7,29	36	P62	35,44	3,39	9,74
2	P36	19,78	4,17	11,98	37	P47	35,56	-2,46	-7,06
3	P26	21,78	2,51	7,20	38	P32	35,67	-0,60	-1,71
4	P3	23,89	-1,19	-3,42	39	P52	35,78	-1,43	-4,12
5	P12	26,11	-1,56	-4,47	40	P54	35,89	-0,04	-0,10
6	P46	26,56	-2,47	-7,10	41	P15	36,22	-3,79	-10,89
7	P1	26,67	-1,52	-4,35	42	P63	36,67	1,35	3,87
8	P41	26,67	-2,17	-6,23	43	P42	36,67	0,68	1,96
9	P38	27,44	5,56	15,96	44	P31	36,89	-1,44	-4,13
10	P27	28,00	2,42	6,96	45	P49	37,11	4,60	13,22
11	P25	28,56	-1,69	-4,85	46	P48	37,11	-0,12	-0,34
12	P40	29,00	-1,76	-5,06	47	P58	37,11	-1,08	-3,10
13	P53	29,11	1,26	3,61	48	P2	37,22	1,13	3,24
14	P24	29,33	-0,33	-0,95	49	IAC_62	37,22	-0,55	-1,59
15	P16	29,44	-1,89	-5,42	50	P30	37,56	1,34	3,84
16	P44	29,44	-2,99	-8,60	51	P4	37,78	1,80	5,16
17	P21	29,56	5,49	15,76	52	P37	38,67	1,67	4,81
18	P11	29,56	0,03	0,09	53	P23	38,78	4,51	12,95
19	P56	29,78	-0,49	-1,42	54	P55	39,33	-2,03	-5,83
20	P50	29,78	-0,84	-2,41	55	P34	41,00	2,78	8,00
21	P13	30,22	-1,73	-4,97	56	P20	41,44	0,16	0,47
22	P7	30,33	-4,48	-12,86	57	P61	43,44	3,70	10,64
23	P10	30,56	-0,29	-0,82	58	P18	43,44	-0,44	-1,28
24	P66	30,67	0,93	2,67	59	P28	43,89	2,01	5,78
25	P22	31,89	3,96	11,36	60	P51	44,00	-3,86	-11,08
26	P19	32,11	0,00	0,01	61	P33	44,56	-0,41	-1,19
27	P6	32,67	-2,27	-6,52	62	IAC_99	45,11	-0,92	-2,65
28	P57	32,67	-4,12	-11,83	63	P29	46,33	0,15	0,44
29	P14	33,44	-1,74	-5,00	64	P39	46,56	1,15	3,29
30	P64	33,78	0,93	2,68	65	P65	46,89	3,57	10,25
31	P68	33,78	-1,62	-4,64	66	P17	49,67	-0,57	-1,64
32	P60	34,00	-2,50	-7,17	67	P59	52,44	-2,54	-7,30
33	P67	34,11	2,30	6,59	68	P8	52,56	0,28	0,81
34	P43	34,89	-1,86	-5,33	69	P45	54,56	-1,44	-4,14
35	P5	34,89	-3,91	-11,22	70	P9	57,00	0,75	2,15