



PEDRO LAGE MAIA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE
CAFEEIRO EM RESPOSTA AO ESQUELETAMENTO
EM CICLOS DE SISTEMA “SAFRA ZERO”**

**LAVRAS-MG
2019**

PEDRO LAGE MAIA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE
CAFEIRO EM RESPOSTA AO ESQUELETAMENTO
EM CICLOS DE SISTEMA “SAFRA ZERO”**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Dr. Cesar Elias Botelho
Orientador

Me. Denis Henrique Silva Nadaleti
Coorientador

**LAVRAS-MG
2019**

PEDRO LAGE MAIA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE CAFEIEIRO EM
RESPOSTA AO ESQUELETAMENTO EM CICLOS DE SISTEMA “SAFRA
ZERO”**

**AGRONOMIC PERFORMANCE OF COFFEE GENOTYPES IN
RESPONSE TO FRAMEWORK PRUNING IN “SAFRA ZERO” SYSTEM
CYCLES**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 06 junho de 2019.
Dra. Deila Magna dos Santos Botelho INCT/Café
Ma. Priscila Carvalho Moreira

Dr. Cesar Elias Botelho
Orientador

Me. Denis Henrique Silva Nadaleti
Coorientador

**LAVRAS-MG
2019**

Aos meu pais, Roberto e Nancy e a minha irmã Roberta. Obrigado por todo incentivo, carinho, amor e paciência. Vocês são meus maiores exemplos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por sempre me iluminar, colocar coisas boas no meu caminho e me dar condições para realizá-las.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Agricultura (DAG) e a todo corpo docente pela oportunidade de realização do curso de Agronomia.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela cessão da área experimental e por todo apoio na condução deste trabalho.

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

Ao orientador Dr. Cesar, pela orientação, ensinamentos e amizade.

Ao coorientador Me. Denis, por seus grandiosos ensinamentos, brilhante orientação e dedicação. E acima de tudo, por nossa grande amizade.

Ao pesquisador Dr. Gladyston Carvalho, por todos ensinamentos e amizade.

A Dra. Deila Botelho, pelo apoio, atenção e ensinamentos.

Ao grupo de pesquisa da EPAMIG pela grandiosa troca de conhecimentos, ajuda e companheirismo.

Aos meus familiares, por toda confiança, orações e amor.

A minha namorada Lara, por todo carinho, amor e compreensão.

Aos meus amigos, pelo companheirismo e amizade.

*Com humildade e determinação o impossível não existe!
(Mundo das mensagens)*

RESUMO

A utilização de cultivares portadoras de resistência à doenças tem sido uma importante estratégia no controle das mesmas, visto que em condições propícias ao seu desenvolvimento, podem causar danos significativos à cultura, principalmente na redução da produtividade, devido ao depauperamento acentuado nas plantas. A poda tipo esqueletamento é amplamente utilizada para renovação de lavouras, com a eliminação de tecidos improdutivos das plantas, favorecendo altas produtividades. O sistema “Safra Zero” passou a ser adotado a fim de manter o porte da lavoura e eliminar as colheitas em ano de safra baixa, preconizando ciclos de poda após anos de safra alta. Nesse contexto objetivou-se com o trabalho selecionar genótipos de *Coffea arabica* L., que sejam responsivos ao esqueletamento, com um elevado potencial produtivo aliado a características agronômicas de interesse aos programas de melhoramento genético do cafeeiro. Foram avaliadas 18 progênies em geração F₅, sendo oito do grupo Catucaí (cruzamento de cultivares do grupo Catucaí com cafeeiros do germoplasma Icatu) e dez descendentes de Híbrido de Timor (cruzamento de Catucaí Vermelho e Amarelo com Híbrido de Timor), assim como 2 cultivares comerciais como testemunhas (Tupi IAC 1669-33 e Obatã IAC 1669-20). O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Lavras, sendo podado em agosto de 2014 após a sexta safra e novamente em agosto de 2016, sendo dois ciclos no sistema “safra zero”. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com três repetições, sendo 20 tratamentos (18 progênies e 2 cultivares comerciais) totalizando 60 parcelas experimentais. Cada parcela foi constituída por 15 plantas. Foram avaliadas as seguintes características: área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade de ferrugem e cercosporiose, vigor vegetativo, frutos chochos (%), frutos maduros (%), rendimento, produtividade (sacas ha⁻¹), peneira 16 e acima (%), grãos tipo moca (%) e massa específica aparente dos grãos (ton.m³). Para as análises estatísticas utilizou-se o software ‘Sisvar’ versão 5.6, sendo os dados submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando detectadas diferenças significativas pelo teste F foi aplicado o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade para comparação das médias. Foram realizadas comparações com os valores de produtividade, obtendo uma razão (%). O genótipo 12 (H516-2-1-1-18-1-4) foi responsivo ao esqueletamento e manteve sua produtividade estável nos dois ciclos de poda, sendo eficiente nesse sistema de condução de lavouras, além de apresentar baixa incidência e severidade de ferrugem e cercosporiose do cafeeiro, alta vigor vegetativo, boa uniformidade de maturação, peneira alta e rendimento médio.

Palavras-chave: Híbrido de Timor. Cercosporiose. Ferrugem.

ABSTRACT

The use of cultivars with resistance to diseases has been an important strategy to control them, and under favorable conditions to its development, they can cause significant damages to the crop, mainly in the reduction of productivity, due to the marked impoverishment in the plants. Framework pruning is widely used to renovate crops, eliminating unproductive plant tissue, favoring high productivity. The "Safr Zero" system began to be adopted in order to maintain the size of the crop and eliminate the crops in a low harvest year, recommending pruning cycles after years of high harvest. In this context, the objective was to select genotypes of *Coffea arabica* L., which are responsive to framework pruning, with a high productive potential coupled with agronomic characteristics of interest to the coffee breeding programs. Eighteen progenies in the F₅ generation were evaluated, eight of them from the Catuaí group (crosses of Catuaí cultivars with coffee plants from the Icatu germplasm) and ten descendants of Timor Hybrid (Red and Yellow Catuaí with Timor Hybrid), as well as two commercial cultivars as control (Tupi IAC 1669-33 and Obatã IAC 1669-20). The experiment was conducted in the experimental area at the Federal University of Lavras, being pruned in August 2014 after the sixth harvest and again in August 2016, being two cycles in the "Safr Zero" system. The experimental design was a randomized complete block (DBC) with three replications, with 20 treatments (18 progenies and 2 commercial cultivars) totaling 60 experimental plots. Each plot consisted of 15 plants. The following characteristics were evaluated: area below the curve of incidence and severity of rust and cercosporiosis, vegetative vigor, fruits with empty locule (%), mature fruits (%), yield, productivity (sack ha⁻¹), sieve 16 and above (%), grains type oval (%) and apparent specific grain mass (ton.m³). For the statistical analyzes, the software 'Sisvar' version 5.6 was used, and the data submitted to variance analysis (ANOVA) and when significant differences were detected by the F test, the Scott-Knott test was applied at the 5% probability level for comparison of means. Comparisons were made with the productivity values, obtaining a ratio (%). Genotype 12 (H516-2-1-1-1-1-1-1) was responsive to framework pruning and maintained its stable productivity in the two pruning cycles, being efficient in this system of crop management, besides presenting low incidence and severity of rust and cercosporiosis of coffee, high vegetative vigor, good maturation uniformity, high sieve and medium yield.

Keywords: Timor Hybrid. Cercosporiosis. Leaf rust.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Importância do agronegócio café	12
2.2 Doenças do Cafeeiro	12
2.2.1 Ferrugem - <i>Hemileia vastatrix</i> Berk. et Br	12
2.2.2 Cercosporiose - <i>Cercospora coffeicola</i> Berk. & Cooke	14
2.3 Melhoramento genético de <i>Coffea arabica</i> L. e resistência a doenças	16
2.4 Grupos de resistência a ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk. et Br)	17
2.4.1 Icatu	17
2.4.2 Híbrido de Timor	18
2.5 Manejo de podas na condução do cafeeiro	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Genótipos avaliados	23
3.2 Delineamento e parcela experimental	24
3.3 Instalação e condução do experimento	24
3.4 Variáveis analisadas	25
3.4.1 Anterior ao segundo ciclo de esqueletamento	25
3.4.2 Após o segundo ciclo esqueletamento	25
3.5 Análises estatísticas	28
3.6 Comparações de produtividade	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade de ferrugem e cercosporiose	30
4.2 Vigor vegetativo, frutos maduros, chochos e rendimento	35
4.3 Comparações de produtividade	38
4.4 Peneira 16 e acima, moca e massa específica aparente	41
5 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A cultura cafeeira desponta-se como uma das mais importantes *commodities* brasileiras. Além disso o Brasil se apresenta como o maior produtor e exportador mundial desse produto, assim como o segundo maior consumidor da bebida, demonstrando sua grande influência no agronegócio em âmbito internacional.

Um dos fatores que cerceiam a expansão desta cultura envolve a incidência de doenças e pragas. Dentre essas, destacam-se a ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br) e a cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke), com prejuízos que variam de acordo sua intensidade e severidade. Esses patógenos constituem importantes problemas fitossanitários do cafeeiro, acarretando sérios prejuízos como a desfolha, redução da produtividade e rendimento e também, na perda da qualidade do café (REZENDE et al., 2011; SOUZA, MAFFIA e MIZUBUTI, 2012; ZAMBOLIM, 2016).

Dentre as práticas utilizadas no manejo da lavoura cafeeira, responsáveis pela manutenção da sua capacidade produtiva, a adoção de podas, dentre elas a do tipo esqueletamento, é a mais utilizada, com a finalidade de renovar a capacidade produtiva das plantas, eliminando os tecidos vegetativos improdutivos e evitando o fechamento da lavoura em casos de plantios adensados (THOMAZIELLO et al., 2000). O esqueletamento consiste no corte dos ramos plagiotrópicos à distância de 20 a 40 cm do ramo ortotrópico, com um decote a uma altura variável, visando uma elevada produtividade na safra seguinte.

Através do esqueletamento, foi desenvolvido um sistema de manejo denominado “Safra Zero”, o qual tem a finalidade de manter o porte da lavoura e eliminar a necessidade de colheitas onerosas em anos de safra baixa, preconizando a adoção de ciclos de poda após uma safra com alta carga pendente (JAPIASSÚ et al., 2010). Desta maneira esse sistema estimula ao máximo o crescimento de novos ramos produtivos, o que acarreta em uma alta produtividade na primeira colheita, refletindo em boas produtividades médias mesmo na ausência de colheitas em anos alternados (NADALETI, 2017).

Desta forma, para superar os desafios enfrentados por essa atividade agrícola, faz-se necessário investimentos em programas de melhoramento genético de cafeeiro, os quais visam, além de aumento da produtividade, a melhoria de outras características agrônômicas como alto vigor vegetativo, baixa porcentagem de frutos “chochos” e grãos tipo moca, peneira alta, boa qualidade dos grãos, uniformidade de maturação e resistência às principais pragas e doenças, sendo esses atributos importantes diante de um mercado cada vez mais exigente e competitivo.

Nesse contexto, objetivou-se com o trabalho selecionar genótipos de *Coffea arabica* L., que sejam responsivos ao esqueletamento, com um elevado potencial produtivo aliado a características agronômicas de interesse aos programas de melhoramento genético do cafeeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância do agronegócio café

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, com uma produção de 61,7 milhões de sacas beneficiadas para o ano de 2018, superando em cerca de 10 milhões de sacas o melhor desempenho registrado no ano 2016, e com um crescimento de 37% em relação ao ano de 2017. A quantidade total produzida engloba o café arábica e o conilon. Com relação ao arábica, a produção é de 47,5 milhões de sacas e o conilon de 14,2 milhões de sacas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2018).

Com relação a exportação dessa commodity, no ano de 2018 o país exportou 30,391 milhões de sacas, gerando uma receita cambial de US\$ 4,350 bilhões, apresentando uma elevação de 10,77% na quantidade exportada em comparação com o ano de 2017. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC, 2019).

O consumo interno de café no Brasil chegou a 21 milhões de sacas, no período de novembro de 2017 a outubro de 2018, representando um crescimento de 4,80%, com relação ao período anterior, de novembro de 2016 a outubro de 2017. Perante o levantamento, esses números elevam o consumo *per capita* para 6,02 kg/ano de café cru e 4,82 kg/ano de café torrado e moído, o que mantém o Brasil como o segundo maior consumidor de café do mundo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC, 2019).

A cafeicultura é de extrema importância no desenvolvimento do país, sendo responsável por gerar mais de 8 milhões de empregos em toda cadeia produtiva, proporcionando renda, acesso à saúde e à educação para os trabalhadores e suas famílias (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA, 2018). Desta forma, esse setor tem internalizado novas técnicas de produção a fim de aumentar a produtividade e qualidade final do produto, para se perfazer competitivo frente ao cenário mundial.

2.2 Doenças do Cafeeiro

2.2.1 Ferrugem - *Hemileia vastatrix* Berk. et Br

A ferrugem do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) é causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., popularmente conhecida como ferrugem alaranjada do cafeeiro por possuir coloração amarelo-alaranjada. Quando detectada a presença do fungo, a ferrugem acarreta a queda precoce das folhas, resultando em um menor vingamento da florada, menor vingamento

dos chumbinhos e também seca dos ramos plagiotrópicos, comprometendo, em alguns casos em mais de 50%, a produção do cafeeiro (GREE, 1993; ZAMBOLIM ET AL., 1997).

A redução da produtividade em decorrência da presença do fungo, vem sendo relatada desde o seu descobrimento em meados do século XIX, no Ceilão (atualmente Sri Lanka), onde o fungo atingiu fortemente as lavouras de café e extinguiu esta cultura da região (LARGE, 1940).

No Brasil, a constatação da presença do fungo foi relatada pela primeira vez em 1970 na região sul do estado da Bahia e em seguida, já foi diagnosticada em cafeeiros presentes em quase todos os estados do país (KOHLHEPP et al., 2014). Duas hipóteses são lançadas por Carvalho, Chalfoun e Cunha (2010) para o modo de chegada da ferrugem do cafeeiro no Brasil. A primeira faz referência a presença de esporos em mudas de cacau trazidas da África e a segunda, aos esporos transportados por correntes de ar vindas da África.

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

O fungo *H. Vastatrix* apresenta grande variabilidade, tendo já sido caracterizada mais de 50 raças fisiológicas pelo Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, localizado em Portugal (VÁRZEA e MAQUES, 2005). No Brasil, 15 dessas raças foram identificadas em *Coffea arabica* L., sendo que a raça mais prevalente é a raça II (v5) (ZAMBOLIM; VALE F. X R.; ZAMBOLIM E.M., 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 as causas de proliferação dessa doença, o conhecimento dos fatores que afetam a epidemiologia da ferrugem é de grande valia, uma vez que condicionam a disseminação da doença, sua incidência e severidade. Japiassú et al. (2007) destacam a interação entre o patógeno e os fatores ambientais, como sendo um dos fatores de grande importância para a proliferação do fungo, sendo que esses são dependentes de diversos aspectos, como aqueles relacionados a mudanças climáticas e ao manejo da cultura.

Um dos fatores climáticos que merece destaque é a temperatura, pois a germinação dos uredósporos de *H. vastatrix*, é inibida em temperaturas abaixo de 15°C e acima de 28,5°C, sendo a temperatura ótima de desenvolvimento a 22,0°C. No campo, a doença inicia-se quando os uredósporos levados pelo vento atingem as folhas e se alojam, germinam, vindo

a causar os primeiros sintomas, como manchas cloróticas com 0,1-0,3 centímetros de diâmetro na face abaxial das folhas. Em poucos dias essas manchas crescem, atingindo 1-2 centímetros de diâmetro.

Na face inferior da folha, desenvolvem-se massas pulverulentas de coloração amarelo-alaranjada formadas pelos uredósporos do patógeno que, quando coalescem, podem cobrir grande extensão do limbo foliar (VIEIRA JÚNIOR et al., 2008).

Com relação as medidas de controle da doença, verifica-se que envolve principalmente o uso de fungicidas protetores e sistêmicos. De acordo com Oliveira et al. (2002), as pulverizações com fungicidas sistêmicos, triazóis, representam um dos métodos de controle mais tradicionais contra a ferrugem do cafeeiro. Vale salientar que devem ser tomados todos os cuidados com a aplicação de defensivos agrícolas, tanto sob a ótica ambiental quanto humana. (CAMPANHOLA; BETTIOL, 2002).

O grande desafio que cerceia a adoção de um cultivo mais sustentável, refere-se na dificuldade de obtenção de cultivares portadoras de resistência à ferrugem, as quais possam dispensar parcialmente ou em sua integralidade a aplicação de fungicidas, podendo assim, substituir as cultivares tradicionais de café arábica plantadas, que são susceptíveis ao ataque da doença. Castro (2016), relata o contínuo aparecimento de novas raças fisiológicas do fungo o que tem ocasionado na “quebra” de resistência das cultivares registradas como resistentes, dificultando ainda mais a adoção desse sistema.

2.2.2 Cercosporiose - *Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke

A cercosporiose, causada pelo fungo *Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke, é uma doença de grande impacto sobre a cultura do café. Os sintomas da doença nas folhas são as manchas foliares circulares de coloração castanho-clara à escura e com o centro branco-acinzentado, comumente envolvida por um halo amarelo, o que faz a doença ser popularmente conhecida como mancha de olho pardo (SOUZA et al., 2015). Já nos frutos, as lesões são escuras e com aspecto seco (SOUZA et al., 2011).

De acordo com Zambolim, Martins e Chaves (1985), a cercosporiose foi relatada no Brasil a partir do ano de 1887, sendo considerada uma das doenças mais antigas do cafeeiro, podendo provocar perdas de até 50% na produção em caso de ausência de manejo adequado e condições favoráveis para seu desenvolvimento (ZAMBOLIM, VALE e ZAMBOLIM, 2005).

Decorrente ao desenvolvimento das plantas, a doença pode ocasionar danos de

diferentes formas. Quando detectada sua presença, nos viveiros causa queda de folhas e raquitismo das mudas, após o plantio acarreta desfolha e atraso no crescimento das plantas, em lavouras novas queda de folhas e seca de ramos produtivos e nas lavouras adultas, queda de folhas, amadurecimento precoce, queda prematura e chochamento dos frutos (MADEIRA, 2016).

As condições que favorecem a infestação da cercosporiose são, umidade relativa alta em torno de 80%, período de molhamento foliar de 6 a 12 horas, temperaturas amenas entre 18 e 24°C, excesso de insolação associado ao déficit hídrico, deficiência nutricional, bem como desequilíbrio da relação K/N/Mg/Ca e sistema radicular pouco desenvolvido (FERNANDES; PELOSO; MAFFIA, 1991; GODOY; BERGAMIN FILHO; SALGADO, 1997; CARVALHO; CHALFOUN, 2000; POZZA; ALVES, 2008).

Os conídios do fungo podem estar presentes nos restos culturais e serem viáveis por um período de quase nove meses, apenas aguardando condições favoráveis para germinarem e darem início a novas infecções (FERNANDES, 1988). Portanto, é indispensável um manejo correto da doença, pois sob condições ideais para o seu desenvolvimento, pode causar perdas significativas na produção do cafeeiro (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

As alternativas para o controle da doença, são praticamente o uso de fungicidas de contato ou sistêmicos, como cúpricos, (GODOY; BERGAMIN FILHO; SALGADO, 1997; PATRICIO et al., 2008; PATRICIO; BRAGHINI, 2011) e algumas práticas culturais desde a formação das mudas, como o uso de substratos balanceados nutricionalmente, fornecimento de adubações balanceadas para as plantas, controle da irrigação e do excesso de insolação.

Devido as dificuldades encontradas pelos agricultores no combate as doenças e visando uma agricultura mais sustentável, os programas de melhoramento genético do cafeeiro, buscam constantemente obter cultivares com resistência múltipla e duradoura aos fitopatógenos. A identificação de fontes de resistência a cercosporiose tem se tornado cada vez mais relevante visando promover o desenvolvimento de cultivares resistentes, o que possibilita um controle mais eficaz e sustentável da doença. (VALE, 2016; PATRICIO, BRAGHINI e FAZUOLI, 2010.)

2.3 Melhoramento genético de *Coffea arabica* L. e resistência a doenças

A espécie *Coffea arabica* L. é a única espécie alotetraplóide e autofértil do gênero, com $2n = 4x = 44$ cromossomos. Multiplica-se predominantemente por autofecundação, apresentando uma taxa de fecundação cruzada em torno de 10% (CARVALHO; KRUG, 1949).

O melhoramento genético do cafeeiro no Brasil teve início em 1930 por meio da Seção de Genética do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC (CARVALHO, 1986). Desde então, os estudos de melhoramento vêm contribuindo de forma efetiva para o desenvolvimento científico e tecnológico da cafeicultura, incorporando características nas plantas 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).

As estratégias para se iniciar um programa de melhoramento do cafeeiro são adotadas em função da herdabilidade do caráter, dos recursos disponíveis e principalmente da habilidade do melhorista (RAMALHO et al., 2012). A condução da população é realizada até se atingir a homozigose necessária para seguir com seleção dos melhores indivíduos.

No melhoramento de *Coffea arabica* L., as hibridações acontecem para conjugar em um só genótipo o maior número de fatores desejáveis dos progenitores, obtendo assim as populações segregantes, seguido da adoção de um método para conduzir essas populações. Os métodos mais utilizados são genealógico, bulk e bulk dentro de progênies, sendo o genealógico mais utilizado (MEDINA FILHO; BORDIGNON; CARVALHO, 2008). Na escolha desse método é possível realizar uma seleção efetiva dos melhores genótipos, excluindo os indivíduos inferiores em gerações precoces, como também permite controlar toda genealogia da planta e o grau de parentesco (BORÉM; MIRANDA, 2009).

O processo de seleção é longo, devido à necessidade de avaliar os genótipos ao longo do tempo e no período juvenil do cafeeiro. Existem estimativas de que para o lançamento de uma nova cultivar de café, sejam necessários cerca de 20 anos, portanto vêm sendo estudadas algumas estratégias para reduzir esse período (RAMALHO; CARVALHO; NUNES, 2013).

De acordo com Mendes e Guimarães (1998), a eficiência de seleção se dá após a realização de quatro colheitas. Esses dados confirmam os resultados encontrados por Oliveira et al. (2011), que julgaram necessário o mesmo período para obter resultados confiáveis do desempenho de progênies de cafeeiro.

Desde a constatação da ferrugem do cafeeiro no Brasil, as instituições de pesquisas

como Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Fundação PROCAFÉ e o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), vêm conduzindo programas de melhoramento visando o desenvolvimento de cultivares que apresentem resistência à ferrugem e estudos relacionados ao surgimento de novas raças do patógeno (OLIVEIRA et al., 2011).

Diante do aparecimento de novas raças fisiológicas do fungo, o que tem ocasionado na “quebra” de resistência de algumas cultivares registradas como resistentes (CASTRO,2016), os programas de melhoramento têm buscado o desenvolvimento de cultivares de café que possuam resistência durável para os principais patógenos do cafeeiro, aliada a outras características fundamentais a esta atividade agrícola.

A maioria das cultivares registradas com resistência à ferrugem são descendentes do “Híbrido de Timor”, que foi identificado pelo Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC) (VÁRZEA et al., 2002). Outro germoplasma amplamente utilizado como fonte de resistência à esse patógeno é a cultivar Icatu.

Até então, não há nenhuma cultivar de cafeeiro registrada com resistência a cercosporiose, porém vários estudos estão sendo realizados, a fim de encontrar genótipos com potencial de resistência, que possam ser utilizados em cruzamentos futuros. Botelho et al. (2017) encontraram altos níveis de resistência a cercosporiose para Sarchimor MG 8840, Guatenano, três acessos de “Híbrido de Timor” e um híbrido (Wush-Wush x “Híbrido de Timor” UFV 366-08).

2.4 Grupos de resistência a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br)

2.4.1 Icatu

De acordo com Fazuoli (1991), a população denominada Icatu, foi desenvolvida no ano de 1950 no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), esse genótipo originou-se de um cruzamento interespecífico 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. Após quatro anos, foram realizados os primeiros retrocruzamentos com cafeeiros selecionados de cultivares de café arábica, que posteriormente outros retrocruzamentos foram efetuados e

avançaram-se gerações de autofecundação, obtidas de forma espontânea. Dessa forma, nomeou-se de Icatu, os cafeeiros obtidos de até três retrocruzamentos de geração de autofecundação.

Conforme foi apresentado por Alvarenga (1991), Fazuoli, Carvalho e Costa (1984), a população de Icatu, apresenta um alto vigor vegetativo, boa produtividade e variabilidade para resistência à ferrugem, tanto vertical quanto horizontal. A existência de variabilidade por parte desse material, permite a seleção de progênies com características promissoras para a obtenção de novas cultivares.

O germoplasma Icatu, vem sendo muito utilizado pelos programas de melhoramento, destacando-se, também, por apresentar características de rusticidade, boa porcentagem de peneira alta (granulometria), qualidade de bebida superior e, principalmente, variabilidade para resistência à ferrugem (CARVALHO, 2014).

O desenvolvimento das cultivares do grupo Catucaí foi iniciado por meio do aproveitamento de um cruzamento natural entre 'Icatu' e 'Catuaí', ocorrido nos experimentos do Instituto Brasileiro de Café (IBC) em São José do Vale do Rio Preto, RJ. Sendo que, a primeira seleção foi realizada em 1988, por pesquisadores do IBC, em uma população de cafeeiros da Cultivar Icatu Vermelho. (CARVALHO, 2014). De acordo com Carvalho et al. (2008), progênies (F₃) dessas seleções foram plantadas na Fazenda Experimental de Varginha, MG, pertencente ao MAPA/PROCAFÉ.

As gerações posteriores foram selecionadas visando sempre selecionar plantas com boa produtividade, elevado vigor vegetativo e resistentes a ferrugem do cafeeiro (CARVALHO, 2014). De uma maneira geral, as cultivares pertencentes ao grupo Catucaí apresentam uma boa capacidade de rebrota, um elevado vigor vegetativo, alta produtividade além de todas cultivares produzirem bebida de boa qualidade (CARVALHO et al., 2008). Dias (2002), em um trabalho de competição de cultivares realizado no Sul de Minas Gerais, observou após duas colheitas, que as progênies oriundas de Catucaí Amarelo 2SL e Vermelho, apresentaram produção igual à das cultivares comerciais, como Catuaí Vermelho IAC 99 e Topázio MG 1190, aliado a um bom vigor vegetativo.

2.4.2 Híbrido de Timor

O Híbrido de Timor originou de um cruzamento natural entre *C. canephora* Pierre e *C. arabica* L., cujas plantas apresentam fenótipo próximo ao de *C. arabica* Pierre e demonstram boa variabilidade para os caracteres vigor, produtividade, tamanho e formato de fruto. Estes

têm, pelo menos, cinco genes dominantes, SH₅, SH₆, SH₇, SH₈ e SH₉, que, isolados ou em associação, condicionam variáveis de resistência às raças do *H. vastatrix* e que caracterizam os grupos fisiológicos R, 1, 2 e 3 (CARDOSO, 1996).

A população de Híbrido de Timor, foi selecionada pelo Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC), o material possui grande semelhança com as cultivares de *C. arabica* L. e ainda apresenta fonte de resistência a ferrugem do cafeeiro. Atualmente, a maior parte das cultivares melhoradas resistentes à ferrugem tem como fonte de resistência este material (VÁRZEA et al., 2002).

De acordo com Carvalho (2014), o germoplasma apresenta grande variabilidade genética, sendo portador de genes de resistência à ferrugem-alaranjada, causada por *Hemileia vastatrix* Berk. & Br.; à antracnose dos frutos do cafeeiro, causada por *Colletotrichum kahawae*; à bacteriose, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*; ao nematóide-das-galhas, *Meloidogyne exigua* e, possivelmente, a outros patógenos.

Na literatura, são encontrados diversos trabalhos referentes à seleção de progênies oriundas do material Híbrido de Timor. A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) vem trabalhando com sucesso em cruzamentos do germoplasma com cultivares pertencentes ao grupo Catuaí. Sendo que, progênies avançadas desses materiais já foram lançadas pela EPAMIG com os nomes comerciais de Paraíso MGH419- 1, (PEREIRA et al., 2002), Catiguá MG1, Catiguá MG2 e MGS Catiguá 3, (EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS - EPAMIG, 2004b), Pau Brasil MG1 (EPAMIG, 2004d), Sacramento MG1 (EPAMIG, 2004e), Araponga MG1 (EPAMIG, 2004a), MGS Paraíso 2 (EPAMIG, 2004c) e MGS Ametista.

A cultivar Araponga MG1, é derivada de uma hibridação artificial entre a cultivar Catuaí Amarelo IAC 86 e seleção de Híbrido de Timor UFV 446-08, sendo que sua primeira geração (F₁) foi conduzida sob designação de H 516 e foi lançada em geração F₆. De acordo com Carvalho (2014), a cultivar apresenta alto vigor vegetativo, boa arquitetura de plantas, alta produtividade e resistência à ferrugem, além de apresentar boa qualidade de bebida.

A progênie MGH419-1 também é resultante de um cruzamento artificial entre a cultivar Catuaí Amarelo e seleção de Híbrido de Timor UFV 445-46, sendo que seu cruzamento em primeira geração (F₁) recebeu a identificação de H 419. Posteriormente, foi lançada sob mistura de sementes de oito progênies, já em geração F₄, com o nome de Paraíso MG H 419-1. Segundo Carvalho (2014) o material apresenta alto nível de resistência a ferrugem-do-cafeeiro e segregação em relação aos nematóides-das-galhas, podendo apresentar cafeeiros resistentes e susceptíveis.

2.5 Manejo de podas na condução do cafeeiro

No atual cenário da cafeicultura moderna, a poda desempenha uma importante prática de manejo das plantas, sendo o sistema adotado para condução da lavoura, que determina a necessidade e forma de realização ou não dessa prática (SANTOS, 2009). De acordo com Matiello, Garcia e Almeida (2007), as podas consistem em manter ou recuperar a estrutura produtiva do cafeeiro, promover altos níveis de produtividade, assim como facilitar e reduzir os custos das operações destinadas a lavoura.

Segundo Japiassú et al. (2010), a realização das podas é uma prática bem aceita pelos cafeicultores, visando a correção da arquitetura das plantas, controle de algumas doenças, recuperação de plantas fora dos padrões necessários a essa atividade, além de minimizar o efeito da alternância de produção.

As podas em cafeeiros, podem ser agrupadas em dois tipos principais, sendo as podas drásticas que incluem o esqueletamento e a recepa, e as podas denominadas leves, compostas pelo decote e desponte. Sendo que, a escolha do tipo de poda depende da necessidade da área a ser cortada (MATIELLO; GARCIA; ALMEIDA, 2007).

A poda tipo esqueletamento é uma prática imprescindível para evitar o fechamento da lavoura, em casos de plantios adensados e também possui como finalidade eliminar os tecidos vegetativos improdutivos (THOMAZIELLO et al., 2000), favorecendo o desenvolvimento de novos ramos e proporcionando um aumento da luminosidade e produção (CUNHA et al., 1999). De acordo com Queiroz-Voltan et al. (2006), esse tipo de poda tende a reduzir grande parte dos ramos plagiotrópicos a cerca de 40 cm do ortotrópico e, conseqüentemente, uma redução do sistema radicular, induzindo o início da brotação lateral da planta.

A melhor época para a realização da poda tipo esqueletamento é logo após a colheita, para que após dois anos as plantas já apresentem elevada capacidade vegetativa de produção. Vale salientar que logo após a colheita, por volta do mês de agosto, ocorre a retomada das chuvas, condicionando uma maior brotação de cafeeiros podados (PEREIRA et al., 2007). Com a realização da poda, a dominância apical é suprimida pela alteração do equilíbrio hormonal, propiciando um estímulo na emissão e desenvolvimento de novos brotos a partir de gemas latentes (CAMAYAO-VÉLEZ et al., 2003).

O “Safra Zero” ou poda a cada dois anos, assim como também é conhecido, é um sistema de condução de lavouras, que tem como finalidade manter a lavoura com porte baixo, eliminar a necessidade de colheitas onerosas em anos de baixa safra, otimizando o uso de mão de obra e se baseia em podas constantes, com manejo e adubações diferenciadas (JAPIASSÚ

et al., 2010).

De acordo com Garcia et al. (2000), neste sistema o cafeeiro é podado a cada dois anos, sendo que no primeiro ano agrícola ocorre o desenvolvimento de novos ramos produtivos, seguido da frutificação no ano seguinte, sendo novamente podado. Com isso, de acordo com Nadaleti (2017), vêm sendo desenvolvidos equipamentos especializados onde o esqueletamento é realizado ainda com os frutos na planta, e posteriormente direcionando os ramos para uma espécie de beneficiadora que realiza a separação dos frutos, folhas e ramos.

Em um trabalho realizado por Barros et al. (2004), os autores encontraram valores satisfatórios para a comparação do custo de colheita de uma lavoura com produtividade estimada de 80 sacas/ha a cada dois anos nos sistemas tradicional e “Safr Zero”. Foi verificado que o custo das operações de colheita foi de R\$ 45,00 por saca beneficiada no sistema tradicional e R\$ 25,00 no sistema “Safr Zero”.

Na literatura, são encontrados diversos trabalhos que relatam que muitos genótipos de cafeeiro, demonstram ser responsivos a poda tipo esqueletamento. Silva et al. (2016), trabalhando com o manejo de podas e a ausência dele em lavoura de 4,5 anos, encontraram resultados satisfatórios para as cultivares Catiguá MG3, Topázio MG1190, Paraíso H419-1 e Sabiá 398 em resposta a poda, no entanto, em condições ideais de ambiente as plantas não podadas foram superiores em produtividade, evidenciando que em plantas juvenis o esqueletamento visando aumento da produtividade não é recomendável. Em contrapartida, no caso da necessidade de poda devido alterações causadas por intempéries climáticas, como geadas, chuvas de granizo e até mesmo um veranico intenso, o esqueletamento é indicado em cafeeiro em fase juvenil, pois as cultivares estudadas foram responsivas a poda (SCARPARE FILHO, 2013).

Carvalho et al. (2013) relataram que progênies de cafeeiros submetidas ao esqueletamento após a oitava colheita, foram superiores em produtividade após a poda, quando comparado com a média de oito safras anteriores a poda.

Vale ressaltar que a poda da parte aérea das plantas, ocasiona uma redução do sistema radicular do cafeeiro, obtendo um maior número de mortes das raízes mais finas, prejudicando, assim, a absorção de água e nutrientes pela plantas (DAMATTA et al., 2008). Portanto, em caso de restrição hídrica no ano após a poda as plantas jovens a serem podadas serão mais vulneráveis ao déficit hídrico quando comparadas às plantas não podadas. A restrição hídrica, interfere no desenvolvimento metabólico das plantas, prejudicando tanto a retomada do desenvolvimento vegetativo, quanto a fase de granação dos frutos, podendo causar o “chochamento” ou má granação dos mesmos (NASCIMENTO; SPEHAR; SANDRI,

2014).

De acordo com Severino (2000), a ocorrência de grãos “chochos”, pode estar relacionado também a fatores morfológicos, localização do fruto na planta, partição de fotoassimilados, ataque de pragas e doenças e estresses térmicos e nutricionais.

Outra diferenciação presente nos frutos do cafeeiro é a formação de grãos tipo moca, sendo estes indesejáveis aos programas de melhoramento genético, por conferirem um baixo rendimento (NADALETI, 2017). Na produção de sementes certificadas de café, o limiar máximo de tolerância para sementes tipo moca é de 12% (PAIVA et al., 2010; CARVALHO et al., 2013). De acordo com Silva et al. (2016) o manejo de podas não contribui para o aumento da porcentagem de grãos tipos moca, como também não interfere no tamanho dos grãos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura, na Universidade Federal de Lavras, situada no município de Lavras, Minas Gerais. O município se encontra a 950 metros de altitude, 21°14' de latitude Sul e 44°57' de longitude Oeste, com uma temperatura média de 21°C e 1067 mm de precipitação média no ano agrícola 2016/2017, e 23°C e 940 mm para o ano agrícola 2017/2018 (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, INMET, 2019). O ensaio foi implantado em dezembro de 2005, sendo adotado um espaçamento de 3,5m (entre linhas) x 0,70m (entre plantas), correspondente a um estande de 4.082 plantas ha⁻¹.

3.1 Genótipos avaliados

Foram avaliadas 18 progênies em geração F₅ (Tabela 1), sendo oito do grupo Catuaí (cruzamento de cultivares do grupo Catuaí com cafeeiros do germoplasma Icatu) e dez descendentes de “Híbrido de Timor” (cruzamento Catuaí Vermelho e Amarelo com “Híbrido de Timor”) como, também, duas cultivares comerciais como testemunhas (Tupi IAC 1669-33 e Obatã IAC 1669-20).

As progênies analisadas foram selecionadas em plantas superiores da Fazenda Ouro Verde, localizada no município de Campos Altos, Minas Gerais, por apresentarem características de interesse ao programa de melhoramento genético (Tabela 1), como por exemplo: tamanho e coloração de frutos, maturação, porte e arquitetura das plantas, coloração de brotos, ramificação, resistência de pedúnculo, além de serem as mais produtivas.

De um grupo de plantas de Catuaí Vermelho 20/15 foram selecionadas três plantas, de Catuaí Amarelo 24/137 cinco plantas, como também, cinco plantas dos cruzamentos H516 e H419.

Tabela 1 - Relação e caracterização das 18 progênes e 2 cultivares utilizadas no experimento conduzido na Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

Nº	Identificação	Caracterização das progênes/cultivares
1	Catucaí Vermelho 20/15-MS pl 01	Fruto vermelho escuro, broto bronze.
2	Catucaí Vermelho 20/15-MS pl 02	Fruto graúdo, menor diâmetro de copa e broto bronze.
3	Catucaí Vermelho 20/15-MS pl 03	Fruto vermelho escuro e arquitetura aberta.
4	Catucaí Amarelo 24/137-MS pl 01	Broto bronze e arquitetura cilíndrica.
5	Catucaí Amarelo 24/137-MS pl 02	Porte médio e broto bronze.
6	Catucaí Amarelo 24/137-MS pl 03	Maturação tardia e broto verde.
7	Catucaí Amarelo 24/137-MS pl 04	Broto verde e menor diâmetro de copa.
8	Catucaí Amarelo 24/137-MS pl 05	Porte baixo e ramificação intensa.
9	H516-2-1-1-18-1-1	Broto bronze e fruto vermelho escuro.
10	H516-2-1-1-18-1-2	Broto bronze, fruto graúdo e pouca resistência do pedúnculo.
11	H516-2-1-1-18-1-3	Maturação tardia, broto bronze e porte médio.
12	H516-2-1-1-18-1-4	Porte médio, ramificação intensa, fruto médio e broto bronze.
13	H516-2-1-1-18-1-5	Fruto graúdo, pouco ramificado e folhas grandes.
14	H419-3-4-5-2-1-1	Broto verde e pouca resistência do pedúnculo.
15	H419-3-4-5-2-1-2	Broto verde, ramo longo, fruto graúdo e pouca resistência do pedúnculo.
16	H419-3-4-5-2-1-3	Broto bronze e maturação precoce.
17	H419-3-4-5-2-1-4	Broto bronze, fruto vermelho e pouca resistência do pedúnculo.
18	H419-3-4-5-2-1-5	Fruto vermelho e broto bronze.
19	Tupi IAC 1669-33*	Porte baixo e fruto vermelho escuro.
20	Obatã IAC 1669-20*	Porte baixo e maturação desuniforme.

* Cultivares utilizadas como testemunha.

3.2 Delineamento e parcela experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com três repetições, sendo 20 tratamentos (18 progênes e 2 cultivares comerciais) totalizando 60 parcelas experimentais. Cada parcela foi constituída por 15 plantas, sendo a parcela inteiramente útil.

3.3 Instalação e condução do experimento

A condução do experimento foi realizada com base nas recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro, sendo as calagens, adubações, tratos culturais e fitossanitários realizados conforme a necessidade das plantas.

A poda do tipo esqueletamento foi realizada em agosto de 2014 após a sexta safra e novamente em agosto de 2016, retirando-se a parte terminal dos ramos plagiotrópicos do cafeeiro, mantendo de 30 a 40 cm do ortotrópico. Logo em seguida realizou-se o decote do ramo ortotrópico a dois metros de altura do solo, conduzindo apenas uma brotação acima do ponto de corte.

3.4 Variáveis analisadas

3.4.1 Anterior ao segundo ciclo de esqueletamento

Produtividade (sacas ha^{-1}): As avaliações de produtividade foram medidas em litros de café colhido por derriza total dos frutos por parcela, anualmente por seis safras (2008/2009 à 2013/2014), como também na safra 2015/2016 após o primeiro ciclo de esqueletamento. Os dados foram obtidos entre os meses de maio a julho de cada ano, com posterior conversão para sacas de 60 kg de café beneficiado ha^{-1} , de acordo com o rendimento real de cada genótipo.

3.4.2 Após o segundo ciclo esqueletamento

- a) Vigor vegetativo: foi avaliado 7 dias antes da colheita, sendo atribuídas notas conforme escala arbitrária de 10 pontos, por três avaliadores calibrados, onde a nota 1 se refere às plantas inferiores, as quais apresentaram um baixo vigor vegetativo e depauperamento acentuado, bem como a nota 10 para plantas extremamente vigorosas, enfolhadas, alto crescimento de ramos produtivos, como sugerido por Carvalho et al. (1979).
- b) Área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPIF) e severidade (AACPSF) de ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br): foram realizadas amostragens quinzenais entre 03/05 e 14/06 de 2018, totalizando quatro avaliações que antecederam a colheita. As coletas foram no terço médio das plantas, do 3º ou 4º par de folhas dos ramos plagiotrópicos ao acaso, nos dois lados da planta, totalizando 30 folhas por parcela. A incidência em porcentagem foi estimada pelo número de folhas com sintomas da ferrugem dividido pelo número total de folhas da parcela. Para a determinação da severidade, utilizou-se a

escala diagramática, com seis níveis de severidade: 0 (ausência de doença), 1 (menos 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 qual é apresentada na Figura 1. Após a obtenção dos resultados foram determinadas a AACPIF e AACPSF de acordo com equação proposta por Shaner e Finney (1977).

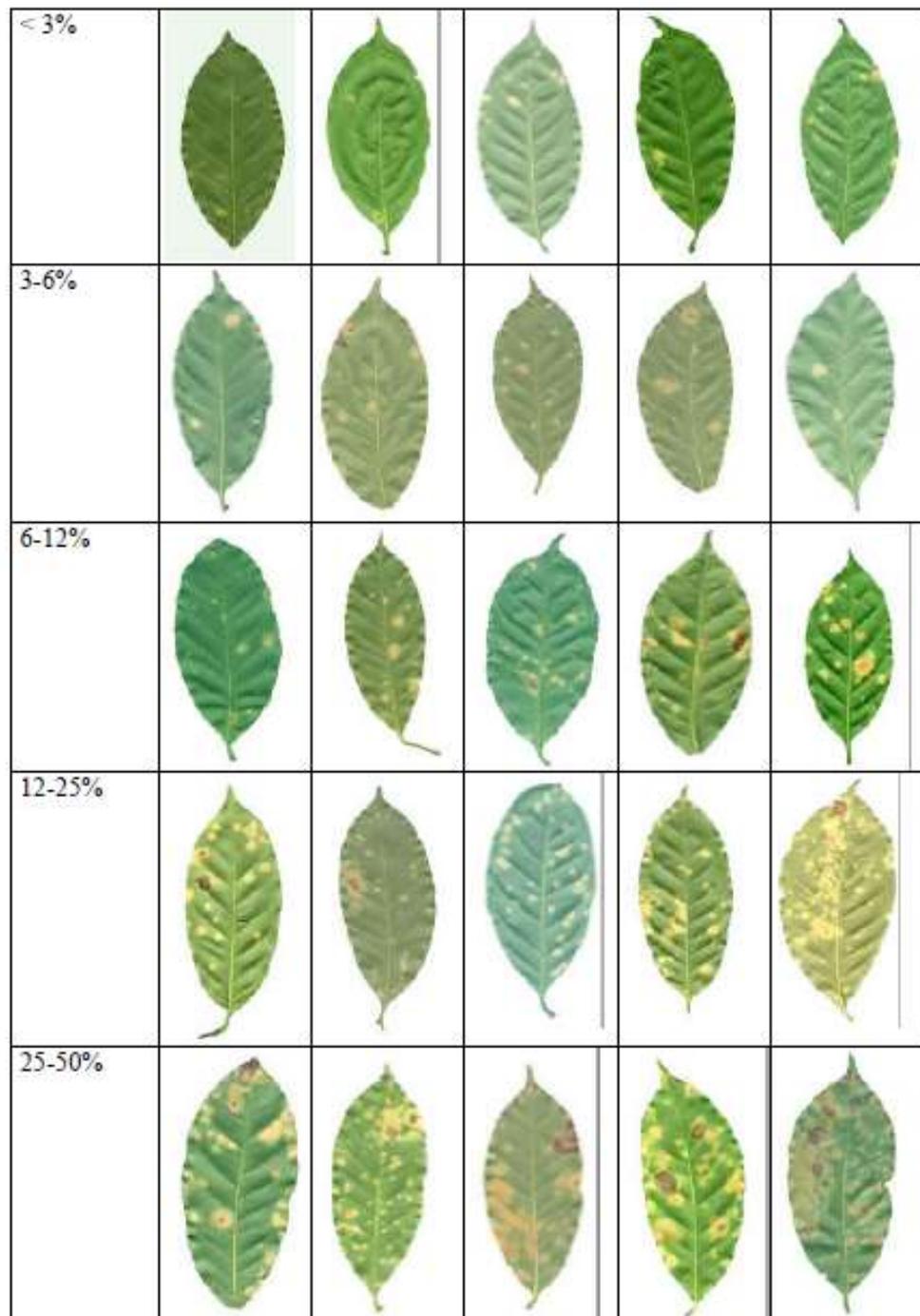


Figura 1 – Escala diagramática para a avaliação de severidade da ferrugem.

- c) Área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPIC) e severidade (AACPSC) de cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke): foram realizadas quatro avaliações que antecederam a colheita juntamente com a avaliação de ferrugem entre 03/05 e 14/06 de 2018. A incidência foi determinada em porcentagem pelo número de folhas com sintomas da doença dividido pelo número de folhas total da parcela. Para a severidade, foi utilizada uma escala diagramática proposta por Custodio et al. (2011), apresentada na Figura 2, esta possui seis níveis de severidade (%) com intervalos de: 0.1-3; 3.1-6,0; 6.1-12,0; 12.1-18,0; 18.1-30,0; 30.1-50,0 da área foliar doente. Após a obtenção dos resultados foram determinadas a AACPIC e AACPSC.

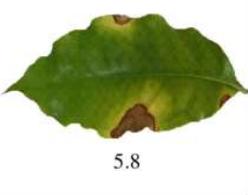
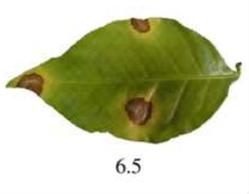
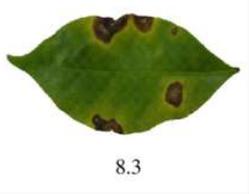
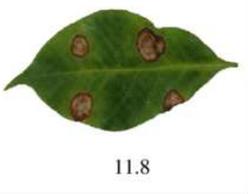
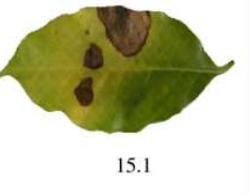
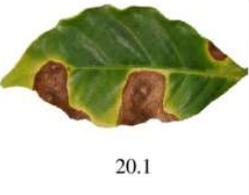
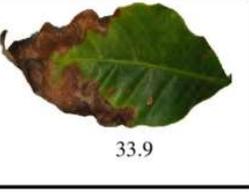
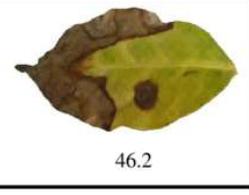
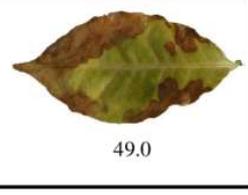
Level 1 (0.1 – 3.0%)	 0.7	 2.2	 3.0
Level 2 (3.1 – 6.0%)	 3.4	 4.7	 5.8
Level 3 (6.1 – 12.0%)	 6.5	 8.3	 11.8
Level 4 (12.1 – 18.0%)	 12.1	 15.1	 17.4
Level 5 (18.1 – 30.0%)	 18.7	 20.1	 27.7
Level 6 (30.1 – 50.0%)	 33.9	 46.2	 49.0

Figura 2 – Escala diagramática para a avaliação de severidade da cercosporiose.

- d) Porcentagem de frutos “chochos”: no momento da colheita foi utilizada a metodologia proposta por Antunes Filho e Carvalho (1954), em que se colocam 100 frutos maduros em um recipiente com água, adotando como “chochos” os frutos que “boiarem”, ou seja, permanecerem na superfície. Os dados foram expressos em porcentagem.
- e) Porcentagem de frutos maduros: no momento da colheita foram amostrados cerca de 100 frutos, e contabilizados os frutos em estágio maduro e os demais. Posteriormente, os dados foram convertidos para porcentagem.
- f) Rendimento: foram adotadas amostras de 4 litros de café colhido por derrça total dos frutos, acondicionadas em sacos de polietileno trançado até a secagem atingir $\pm 11,0\%$ de teor de água. As amostras foram pesadas após o beneficiamento depois de secas para determinar o rendimento de cada genótipo. Os dados foram expressos em litros de café colhido necessários para compor uma saca beneficiada de 60 kg. Partindo dessas amostras beneficiadas foram realizadas as avaliações físicas nos grãos.
- g) Produtividade (sacas ha^{-1}): a colheita foi realizada na segunda quinzena do mês de junho de 2018, por meio da derrça total dos frutos no pano, medida em litros de café colhido por derrça total dos frutos, seguida da conversão para sacas ha^{-1} de café beneficiado de acordo com o rendimento de cada genótipo.
- h) Peneira 16 e acima (%): foi adotada uma amostra com 100 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). Foram somados os pesos dos grãos retidos nas peneiras de crivo achatado de tamanho 16/64 e acima, conforme protocolo proposto por Brasil (2003).
- i) Grãos tipo Moca (%): foram somados os pesos dos grãos retidos nas peneiras de crivo oblongo (13, 12, 11, 10, 09 e 08/64) (BRASIL, 2003).
- j) Massa específica aparente: Foi obtida, utilizando uma balança de peso hectolitro, com capacidade de um litro. O resultado foi expresso em $ton.m^3$.

3.5 Análises estatísticas

Para as análises estatísticas foi utilizado o software ‘Sisvar’ versão 5.6 (FERREIRA, 2014), onde os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando detectadas

diferenças significativas no teste F, foi aplicado o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade para comparar as médias.

Foi utilizado o seguinte modelo estatístico (1)

$$Y_{ij} = m + b_j + p_i + e_{ij}$$

Em que:

γ_{ij} : observação da ij -ésima parcela no bloco j que recebeu a progênie i ;

m : constante associada a todas as observações;

b_j : efeito fixo do j -ésimo bloco;

p_i : efeito fixo da i -ésima progênie;

e_{ij} : efeito aleatório do erro experimental associado à observação da ij -ésima parcela, sendo $e_{ij} \sim \text{NMV}(0, \sigma_e^2)$.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk, e para as variáveis que não atenderam a pressuposição de distribuição normal dos dados, foi aplicada a transformação de $(X + 0,5)^{0,5}$.

3.6 Comparações de produtividade

Com os valores de produtividade foram realizadas, também, comparações estabelecendo uma razão entre as produtividades dos ciclos de esqueletamento no sistema “Safr Zero” com as produtividades anteriores a poda, da seguinte forma:

- a) comparação entre a produtividade média do primeiro biênio do ciclo “safr zero” com a média das produtividades anteriores ao esqueletamento;
- b) comparação entre a produtividade média dos dois biênios do ciclo “safr zero” com a média das produtividades anteriores ao esqueletamento;
- c) comparação entre as produtividades médias do primeiro e segundo biênio do ciclo “safr zero”.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade de ferrugem e cercosporiose

Na Tabela 3 está apresentado o resumo da análise de variância para área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade de ferrugem e cercosporiose, evidenciando o efeito significativo entre os genótipos para todas as variáveis pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPIF) e severidade (AACPSF) de ferrugem e área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPIC) e severidade (AACPSC) de cercosporiose dos genótipos de cafeeiro.

FV	Quadrado Médio			
	AACPIF	AACPSF**	AACPIC**	AACPSC**
Genótipos	2891689,42158*	11,1920*	69,2281*	0,2356*
Bloco	1468065,18344	16,6052	36,8958	0,3944
Resíduo	189138,55618	4,7225	16,1689	0,1152
CV%	26,57	65,03	11,26	19,07
Média Geral	1637,03	17,25	1306,85	2,33

*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. **Dados transformados $(X + 0,5)^{0,5}$.

Para a AACPIF, foram formados quatro grupos, sendo que os genótipos 12, 18, 19 (Tupí IAC 1669-33) e 20 (Obatã IAC 1669-20), apresentaram menores valores (Figura 3). Todos os genótipos mencionados são descendentes do germoplama “Híbrido de Timor”, este que por sua vez possui pelo menos os genes maiores de resistência SH5 e SH9 (BETTENCOURT; LOPES; PALMA, 1992). Além dos genes já identificados, é provável que os outros genes estejam presentes nesses genótipos (VARZEA; MARQUES, 2005), condicionando uma maior resistência aos genótipos oriundos destes cruzamentos.

Esses dados são semelhantes aos encontrados por Miranda, Perecin e Pereira (2005) e Pereira et al. (2001), que observaram resultados satisfatórios na avaliação de progênies oriundas do cruzamento de Catuaí Amarelo com o “Híbrido de Timor”, apresentando herdabilidade no sentido amplo elevado, indicando-as como resistentes, com uma variabilidade genética alta para seleção de materiais resistentes ao ataque do fungo *Hemileia vastatrix* e com uma alta produção e estabilidade. Outros autores confirmam a resistência à

ferrugem de materiais descendentes de “Híbrido de Timor” (BRITO et al., 2005; FONTES et al., 2001; PAIVA et al., 2010; REIS et al., 2018).

O segundo grupo foi composto pelos genótipos 11, 13 e 15, com amplitude de 585 a 925, não diferindo significativamente entre si (Figura 3). Segundo Botelho et al. (2010), a incidência intermediária de um genótipo é interessante, pois não é possível selecionar genótipos com resistência horizontal naqueles ausentes da doença, pois esses provavelmente apresentam resistência do tipo vertical ou específica, encobrindo a manifestação da resistência horizontal.

O terceiro e quarto grupo foram compostos pelos genótipos 5, 10, 14, 16 e 17 e pelos genótipos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 e 9 respectivamente (Figura 3), com maiores valores de AACPIF. Esse dados corroboram com Freitas et al. (2017) onde observaram que as cultivares Catucaí Amarelo 2SL, Catucaí Vermelho 20/15 cv 476 e Catucaí Amarelo 24/137 apresentaram incidência igual aos padrões suscetíveis Topázio MG 1190 e Catucaí Vermelho IAC 144, o que evidencia a quebra de resistência por raças fisiológicas do fungo prevalentes na região.

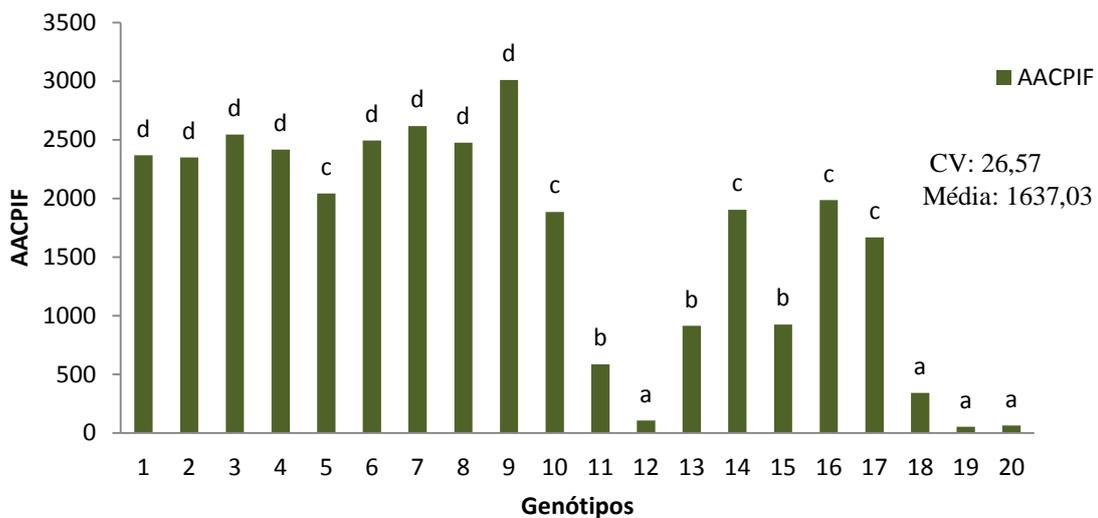


Figura 3. Área abaixo da curva de progresso da incidência de ferrugem (AACPIF) em genótipos de cafeeiro.

Para a AACPSF, foram formados dois grupos, sendo que os genótipos 1, 4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 (Tupi IAC 1669-33) e 20 (Obatã IAC 1669-20), apresentaram menores valores (Figura 4). Esses valores são semelhantes aos encontrados por Petek et al., 2006, onde verificaram que as cultivares as cultivares Catiguá MG1, Sacramento MG1, Araponga MG1, Paraíso H419-1 e Catiguá MG3 se mostraram tolerantes ao patógeno da

ferrugem, ou seja, apresentaram incidência e principalmente severidade em índices intermediários.

Estes dados corroboram com Fazuoli (2004), onde relatou que a cultivar Obatã IAC 1669-20, foi originada a partir de cruzamentos entre *C. arabica* e o Híbrido de Timor CIFC832/2, sendo esse genótipo resistente à ferrugem.

Outro aspecto de importância é que uma menor severidade pode indicar resistência horizontal e, segundo Campbell e Madden (1990), em condições naturais de epidemia, a severidade é o componente que melhor discrimina níveis de resistência horizontal.

O segundo grupo foi composto por seis genótipos, sendo eles, 2, 3, 6, 7, 8 e 9, com maiores valores de AACPSF, configurando uma maior severidade dessa doença nesses materiais, ou seja, com maior área foliar lesionada (Figura 4).

Essa maior severidade encontrada nesses genótipos, pode ser em função do surgimento de novas raças do fungo *Hemileia vastatrix*, como já foi relatado por Sera et al. (2010) que algum gene de resistência das cultivares “Catucaí” (“Icatu” x “Catucaí”), diferente do SH 5, foi completamente quebrado por alguma raça de *Hemileia vastatrix*.

A presença de novas raças fisiológicas do fungo nas lavouras cafeeiras do Brasil é sugerida pela constatação pustulas esporuladas da ferrugem em cultivares anteriormente considerados resistentes à doença, como o Icatu, Catucaí e derivados do Híbrido de Timor (FAZUOLI et al., 2007).

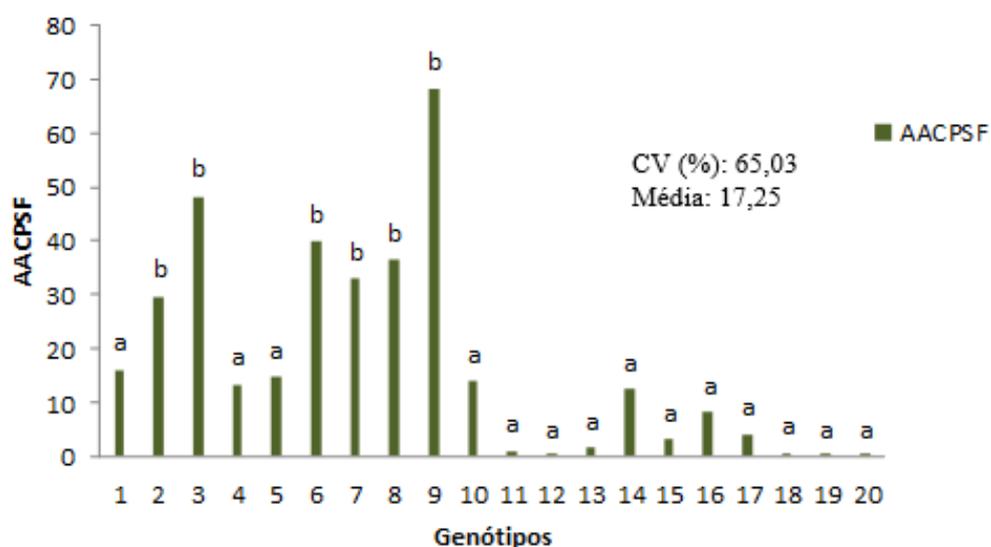


Figura 4. Área abaixo da curva de progresso da severidade de ferrugem (AACPSF) em genótipos de cafeeiro.

Para a AACPIC, foram formados dois grupos. O primeiro grupo foi composto pelos genótipos 4, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 os quais apresentaram menores valores para AACPIC (Figura 5). Esses dados corroboram com Carvalho et al. (2015), onde observaram que as cultivares Catiguá MG1, Catiguá MG2, Catiguá MG3 e Paraíso H419-1 apresentaram menor área abaixo da curva de progresso da cercosporiose (AACPIC).

Em trabalho realizado por Botelho et al. (2017), foi observada variabilidade genética para resistência a cercosporiose, avaliando acessos de banco ativo de germoplasma e declaram ainda que repetições experimentais em épocas distintas do ano podem aumentar a confiabilidade de seleção.

O progresso dessa doença é favorecido por vários fatores relacionados ao patógeno, ao hospedeiro e ao ambiente. Dentre esses, o desequilíbrio nutricional entre o potássio e o cálcio torna severa a ocorrência da cercosporiose em cafeeiros, no sistema convencional (CARVALHO & CHALFOUN, 1998; POZZA et al., 2001; GARCIA JÚNIOR et al., 2003), adubados com fontes minerais prontamente solúveis ou sob irrigação (TALAMINI et al., 2001). Desta forma, uma nutrição suficiente e equilibrada, pode levar a resistência induzida à cercosporiose (PETEK et al., 2006)

Segundo Zambolim et al. (2005) e Carvalho et al. (2002) cafezais implantados em solos arenosos, ou com nutrição deficiente ou desequilibrada, especialmente na relação N/K, são mais predispostos à cercosporiose.

O segundo grupo apresentou maiores valores para AACPIC, sendo composto pelos genótipos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 19 (Tupi IAC 1669-33) e 20 (Obatã IAC 1669-20), conforme é demonstrado na Figura 5. Patrício et al. (2010), relatam que não existe relação da resistência à ferrugem com resistência à cercosporiose, já que, materiais como o Obatã IAC 1669-20 e “Híbrido de Timor”, resistentes à ferrugem, não se comportaram como resistentes à cercosporiose.

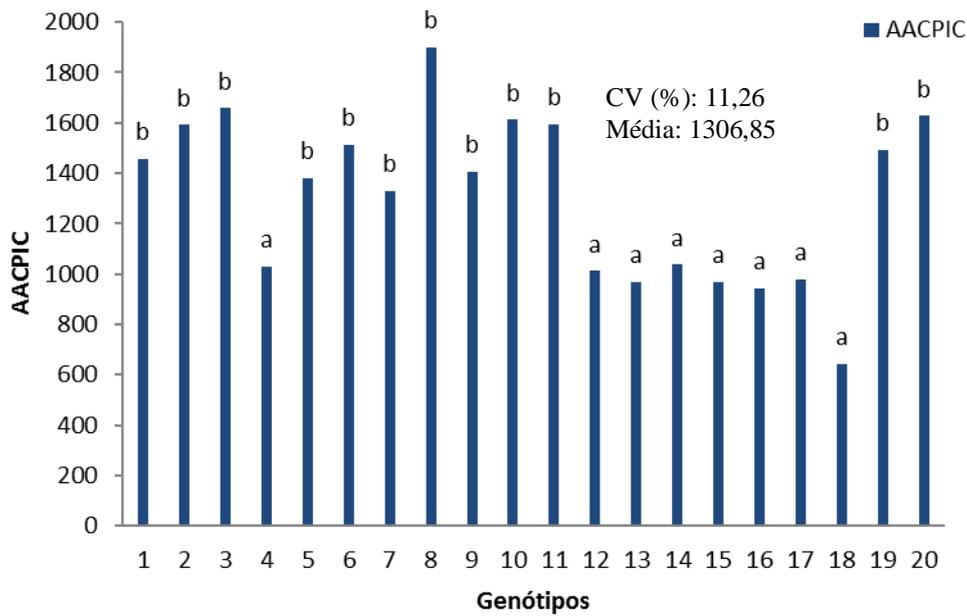


Figura 5. Área abaixo da curva de progresso da incidência de cercosporiose (AACPIC) em genótipos de cafeeiro.

Para a AACPSC, dentre todos os genótipos avaliados, foi verificada diferença significativa pelo teste F, porém o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade não dividiu as médias (Figura 6). Esses dados corroboram com Gomes et al. (2015) que não encontraram efeito significativo para cercosporiose em seleção de progênes do cruzamento entre cultivares de cafeeiro Icatu e Catuaí.

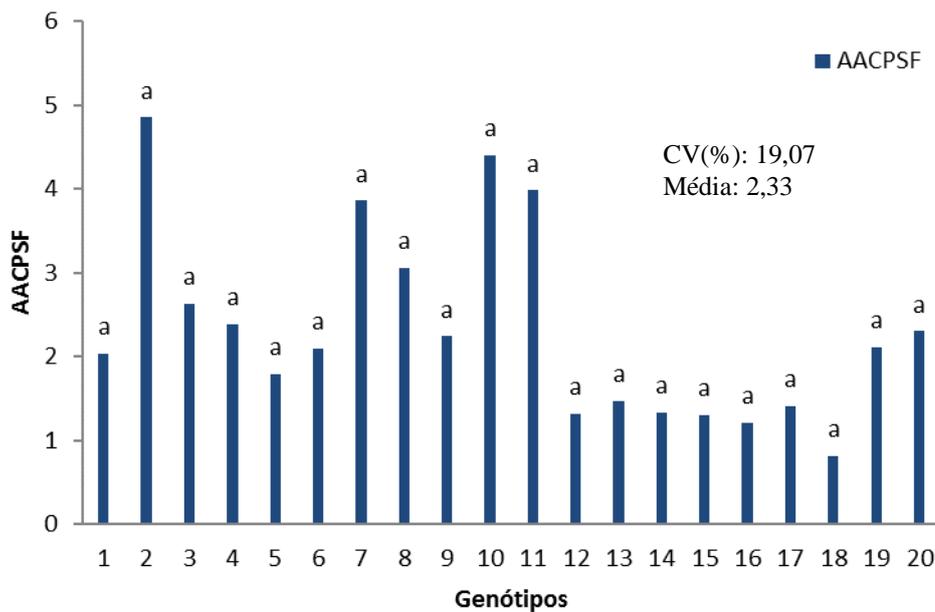


Figura 6. Área abaixo da curva de progresso da severidade de cercosporiose (AACPSF) em genótipos de cafeeiro.

4.2 Vigor vegetativo, frutos maduros, chochos e rendimento

Na Tabela 3 está apresentado o resumo da análise de variância para vigor vegetativo, porcentagem de frutos maduros e chochos e o rendimento real, evidenciando o efeito significativo entre os genótipos para todas as variáveis pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para vigor vegetativo (Vigor), % de frutos no estágio maduro (Maduro), % de frutos chochos (Chochos) e rendimento real em litros de café colhido necessários para uma saca beneficiada de 60 kg (Rendimento) dos genótipos de cafeeiro.

FV	Quadrado Médio			
	Vigor	Maduro	Chochos**	Rendimento
Genótipos	4,79744*	284,49623*	1,90515*	10439,62172*
Bloco	0,25179	195,68065	1,55891	2195,68357
Resíduo	0,42703	131,81749	0,87560	1886,58769
CV%	10,75	18,25	31,24	8,57
Média Geral	6,08	62,90	9,68	506,95

*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. **Dados transformados $(X + 0,5)^{0,5}$.

Nota-se que os genótipos 12 e 18 apresentaram maiores notas de vigor vegetativo, com valores de 8,6 e 8,0 respectivamente (Tabela 4). Esses resultados corroboram com Carvalho et al. (2012), que encontraram valores semelhantes aos observados nesse trabalho para as cultivares, Araponga MG1 e Paraíso H419. Nadaleti et al. (2018), avaliando os mesmos genótipos em estudo neste trabalho após o primeiro ciclo de esqueletamento, encontrou valores semelhantes para os genótipos 12 e 18, destacando o efeito da poda para a manutenção do vigor vegetativo das plantas.

O vigor vegetativo está relacionado com a capacidade de adaptação dos genótipos nas diferentes condições edafoclimáticas em que são cultivadas. Segundo Severino et al. (2002), um elevado vigor vegetativo correlaciona-se positivamente com a adaptação do genótipo ao ambiente, refletindo em plantas menos depauperadas.

Os genótipos 9, 11, 13, 15, 16, 17 e 19 (Tupi IAC 1669-33), apresentaram um vigor médio, com uma amplitude de 6,5 a 7,5 pontos (Tabela 4). Os demais genótipos apresentaram baixo vigor vegetativo (Tabela 4), com acentuada desfolha em função da alta carga pendente e da incidência e severidade das doenças.

Em relação ao percentual de frutos “chochos”, foram divididos em dois grupos, sendo o grupo com menores valores composto por 17 genótipos (Tabela 4) e entre eles, com exceção dos genótipos 7, 11, 12 e 16, todos os demais apresentaram valores inferiores ao limiar máximo permitido de 10 % (CARVALHO et al., 2016).

Os genótipos 9, 17, 18 apresentaram altas porcentagens de frutos “chochos”, não sendo interessantes aos programas de melhoramento genético do cafeeiro (Tabela 4). Esses dados são semelhantes aos encontrados por Carvalho (2014), onde constatou elevada porcentagem de frutos “chochos” para os genótipos 9 e 17. Esse fato também foi relatado por Nadaleti et al. (2018), onde encontrou também valores elevados para os genótipos 9, 17 e 18.

Segundo Carvalho et al. (2006), um percentual acima de 90% de frutos granados, é adotado como satisfatório pelos melhoristas, durante a avaliação e seleção de genótipos de cafeeiro, tendo em vista que grande parte das cultivares comerciais apresentam porcentagens próximas desse valor.

A ocorrência de valores elevados para frutos “chochos” é considerada um defeito grave, pois está diretamente relacionado a um menor rendimento do café beneficiado e como consequência, redução da produtividade. Segundo Ferreira et al. (2013), a ocorrência desse fruto é uma anomalia associada a fatores fisiológicos, ambientais e principalmente os fatores genéticos.

De acordo com Matiello et al. (2007), após a realização da poda, eventualmente pode-se aumentar o percentual de frutos “chochos” em decorrência de uma maior sensibilidade das plantas às deficiências nutricionais, que podem ocorrer devido a maior necessidade de micronutrientes em função de uma maior brotação que ocorre, como de zinco e boro associados aos tecidos meristemáticos, nas zonas de crescimento dos ramos. Além disso, essas plantas podem apresentar também maior sensibilidade às restrições hídricas, podendo resultar em chochamento e na má granação dos frutos (NASCIMENTO; SPEHAR; SANDRI, 2014).

Mesmo sendo detectada diferença significativa pelo teste F para a variável porcentagem de frutos maduros, o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, não agrupou as médias (Tabela 4). Houve uma variação de 46,8 a 81,3 % de frutos no estágio maduro. Esses dados corroboram com Pinto et al. (2012), que avaliando os mesmos genótipos em estudo nesse trabalho, não encontrou diferença significativa para os mesmos, com uma média de frutos maduros de 67,89 %. Quanto maior é a porcentagem de frutos maduros nas plantas, maior é a uniformidade na maturação, sendo essencial na obtenção de cafés especiais, visto que o estágio maduro apresenta o maior potencial para qualidade da bebida.

Tabela 4 - Médias para o vigor vegetativo (Vigor), % de frutos chochos (Chochos), % de frutos no estágio maduro (Maduro) e Rendimento dos genótipos de cafeeiro.

Genótipos	Vigor	Chochos	Maduro	Rendimento
1	5,4 c	8,0 a	52,0 a	502,6 b
2	4,3 d	6,0 a	56,5 a	500,0 b
3	5,6 c	6,7 a	51,5 a	462,1 a
4	5,3 c	4,7 a	65,6 a	446,4 a
5	5,4 c	4,7 a	81,3 a	449,2 a
6	5,3 c	10,0 a	71,8 a	502,3 b
7	5,0 c	9,3 a	60,0 a	430,0 a
8	5,9 c	5,3 a	63,4 a	510,6 b
9	6,6 b	24,0 b	48,9 a	612,4 c
10	4,3 d	5,0 a	58,1 a	422,9 a
11	7,5 b	12,0 a	61,9 a	605,1 c
12	8,6 a	11,3 a	76,7 a	510,9 b
13	6,5 b	10,0 a	46,8 a	509,3 b
14	5,9 c	4,7 a	66,4 a	537,1 b
15	6,6 b	5,3 a	74,5 a	507,7 b
16	6,9 b	10,7 a	66,4 a	427,4 a
17	7,3 b	17,3 b	77,0 a	628,4 c
18	8,0 a	22,7 b	58,4 a	511,2 b
19	7,2 b	6,7 a	63,6 a	530,4 b
20	3,9 d	9,3 a	57,4 a	533,1 b
Média	6,1	9,7	63,0	507,0
CV%	10,75	31,24	18,25	8,57

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

De acordo com Bartholo & Guimarães (1997), o ideal é iniciar a colheita quando a quantidade de frutos verdes na planta for inferior a 5%, porém é tolerável quantidades de até 20%, que, no entanto, traduzem em prejuízos na qualidade. Vale ressaltar ainda, que existe a porção de frutos secos, oriundos de uma florada precoce.

Segundo Pezzopane (2003), o rendimento do café é influenciado pelo estágio de maturação dos frutos na colheita. Deste modo, a colheita deve ser realizada na época exata, sem prolongar a permanência dos frutos na planta e sem realizar uma colheita antecipada com alta percentagem de frutos verdes (BORGES; JORGE; NORONHA, 2002). Com isso, são evitados os defeitos verdes que, de acordo com Teixeira et. al (1970) proporcionam menor peso dos grãos além de prejudicar a qualidade e a comercialização.

Para a variável rendimento, obteve-se, a formação de três grupos de médias. O melhor rendimento, ou seja, aquele que requereu menor volume de café colhido por derrça total dos frutos para obter uma saca beneficiada de café (60kg), foi dos genótipos 3, 4, 5, 7, 10 e 16 (Tabela 4). Esses dados corroboram com Sobreira et al. (2016), que obtiveram redimentos semelhantes para as cultivares MGS Ametista, Catucaí Amarelo 24/137, Paraíso H419-1 e da linhagem avançada H 419-3-3-7-16-4-1-1. Vale ressaltar que esses genótipos também

apresentaram um menor percentual de frutos chochos, o que pode ter contribuído para um melhor rendimento.

O segundo grupo foi composto por onze genótipos (Tabela 4), os quais apresentaram uma amplitude de 500 a 537,1 litros de café colhidos por derriça total dos frutos, para formar uma saca de 60kg de café beneficiado. Esses dados estão de acordo com os encontrados por Pinto et al. (2012), que na avaliação destes mesmos genótipos, obtiveram valores semelhantes para os mesmos no município de Patrocínio -MG. Os demais genótipos apresentaram um menor rendimento e foram inferiores a média dos materiais em estudo.

O rendimento de grãos é influenciado, dentre outros fatores, pela ocorrência de frutos com lojas desprovidas de grãos (chochos), grão do tipo moca ou mal formados (GASPAPARINE-PEZZOPANE; MEDINA FILHO; BORDIGNON, 2004). Vale enfatizar que essas características dos grãos são influenciadas por fatores climáticos e genéticos, sendo alvo de estudo de programas de melhoramento genético do cafeeiro. Matiello et al. (2010), relatam que o estado nutricional e fitossanitário das plantas também interferem no rendimento dos genótipos de cafeeiro.

4.3 Comparações de produtividade

Na Tabela 5 está apresentado o resumo da análise de variância para produtividade média anterior ao esqueletamento, produtividade média do primeiro biênio no sistema safra zero, produtividade média do segundo biênio no sistema safra zero e produtividade média dos dois biênios no sistema safra zero, evidenciando o efeito significativo entre os genótipos para todas as variáveis pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para produtividade média anterior ao esqueletamento (PMAE), produtividade média do primeiro biênio no sistema safra zero (PM1°B), produtividade média do segundo biênio no sistema safra zero (PM2°B) e produtividade média dos dois biênios no sistema safra zero (PM2B) dos genótipos de cafeeiro.

FV	Quadrado Médio			
	PMAE	PM1°B	PM2°B	PM2B
Genótipos	96,74064*	390,74347*	723,67004*	88,49035*
Bloco	243,67937	105,57517	525,86832	49,86649
Resíduo	30,76581	140,06289	320,43025	36,70025
CV%	14,81	17,51	33,82	20,11
Média Geral	37,46	33,80	26,45	30,13

*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Considerando as produtividades anteriores ao manejo de poda, os genótipos 1, 2, 6, 14, 15, 19 (Tupi IAC 1669-33) e 20 (Obatã IAC 1669-20) se destacaram dos demais, com

valores de produtividades variando de 39,5 a 50,5 sacas ha⁻¹ (Tabela 6). Já, com relação a produtividade média do primeiro biênio no sistema “Safr Zero”, os valores variaram de 18,4 a 40,8 sacas ha⁻¹, com média geral de 33,8 sacas ha⁻¹ com a formação de dois grupos. O primeiro grupo foi composto por 14 genótipos com produtividades variando de 32,4 a 40,8 sacas ha⁻¹ (Tabela 6). Esses dados são semelhantes aos encontrados por Carvalho et al. (2013), que na avaliação de progênies de Catuaí Amarelo IAC 2077-1-2-12-70 e Mundo Novo IAC 515-20 no primeiro ano após o esqueletamento, obteve uma produtividade média de 70,95 sacas ha⁻¹. Entretanto, o sistema “Safr Zero” consiste na eliminação de uma safra onerosa, com isso, essa primeira colheita após o esqueletamento deve ser dividida pelo biênio para condicionar uma comparação da produtividade média.

Segundo Rena et al. (1994), uma lavoura eficiente é aquela a qual é capaz de formar, ano após ano, uma bom dossel, com elevada taxa fotossintética, apta a produzir grande quantidade de grãos e mobilizar elevada quantidade de carboidratos para o enchimento de frutos. Com isso, vale ressaltar que os genótipos em estudo apresentaram uma boa recuperação com o manejo da poda na condução das plantas.

Tabela 6 – Médias para produtividade média anterior ao esqueletamento (PMAE), produtividade média do primeiro biênio no sistema safra zero (PM1°B), produtividade média do segundo biênio no sistema safra zero (PM2°B), produtividade média dos dois biênios no sistema safra zero (PM2B), razão entre PM1°B e PMAE (R1%), razão entre PM2°B e PM1°B (R2%) e razão entre PM2B e PMAE (R3%) dos genótipos de cafeeiro.

Genótipos	PMAE	PM1°B	R1%	PM2°B	R2 %	PM2B	R3%
1	47,6 a	35,7 a	75	34,0 a	95	34,8 a	73
2	41,9 a	27,1 b	65	20,8 b	77	23,9 b	57
3	35,4 b	30,2 b	85	23,0 b	76	26,6 b	75
4	36,4 b	37,7 a	104	18,4 b	49	28,0 b	77
5	37,2 b	33,9 a	91	10,8 b	32	22,3 b	60
6	39,5 a	32,4 a	82	15,4 b	48	23,9 b	61
7	29,9 b	28,7 b	96	16,0 b	56	22,4 b	75
8	36,3 b	34,8 a	96	25,4 b	73	30,1 b	83
9	35,3 b	40,8 a	115	27,0 a	66	33,9 a	96
10	37,2 b	18,4 b	49	23,3 b	127	20,8 b	56
11	35,5 b	28,5 b	80	28,2 a	99	28,3 b	80
12	32,6 b	37,8 a	116	37,8 a	100	37,8 a	116
13	36,1 b	34,5 a	95	30,7 a	89	32,6 a	90
14	40,1 a	38,3 a	96	27,7 a	72	33,0 a	82
15	43,6 a	34,1 a	78	32,9 a	96	33,5 a	77
16	34,0 b	34,3 a	101	29,4 a	86	31,8 a	94
17	24,9 b	29,9 b	120	23,7 b	79	26,8 b	108
18	36,1 b	43,8 a	121	36,4 a	83	40,1 a	111
19	39,5 a	40,6 a	103	37,8 a	93	39,2 a	99
20	50,5 a	34,8 a	69	21,4 b	61	28,1 b	56
Média	37,5	33,8	92	26,45	78	30,1	81
CV%	14,81	17,51	-	33,82	-	20,11	-

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quando se compara a produtividade média do primeiro biênio no sistema “Safr Zero” com a média anterior à poda, nota-se que os genótipos 4, 9, 12, 16, 17, 18 e 19 (Tupi IAC 1669-33), se destacaram, apresentando razão maior que 100%, evidenciando serem responsivos ao esqueletamento (Tabela 6).

Estes dados corroboram com Reis et al. (2018), que também encontraram maiores valores em resposta a poda para as cultivares Tupi IAC 1669-33, Catucaí Amarelo 20/15, Araponga MG1 e Acauã, sendo que essas cultivares demonstraram ser eficientes ao sistema “Safr Zero”, pois apresentaram um menor crescimento vegetativo durante o desenvolvimento reprodutivo..

Com relação a produtividade média do segundo biênio no sistema “Safr Zero”, houve a formação de dois grupos estatísticos, com destaque para 10 genótipos que apresentaram maiores produtividades, variando de 27,0 a 37,8 sacas ha⁻¹ (Tabela 6). Comparando esta produtividade média obtida com a média observada no primeiro ciclo no sistema “Safr Zero”, os genótipos 10 e 12, apresentaram uma razão de 127% e 100% respectivamente, evidenciando serem mais adaptados e responsivos aos ciclos de esqueletamento, com estabilidade na produtividade. (Tabela 6).

Os demais genótipos apresentaram médias do segundo biênio após a poda no sistema “Safr Zero” inferiores a média do primeiro ciclo, visto que a razão média geral foi de 78%. Estes resultados estão de acordo com outros autores que afirmam que a poda de uma forma geral não aumenta a produtividade (SILVA et al., 2016; FERNANDES et al., 2012; JAPIASSÚ et al., 2010). Porém, de acordo com Nadaleti et al. (2018), deve-se levar em consideração que este sistema de poda, elimina os custos de mão-de-obra com colheita em anos alternados, sendo que essa prática tem grande participação no custo final da saca de café beneficiado.

Em trabalho realizado por Barros et al. (2004) encontraram valores satisfatórios para a comparação do custo de colheita de uma lavoura com produtividade esperada de 80 sacas ha⁻¹ a cada dois anos nos sistemas tradicional e “Safr Zero”. Constatou-se que o custo das operações de colheita para o sistema “Safr Zero” representou aproximadamente 56% do valor gasto para o sistema tradicional. Atualmente esses valores já foram acrescidos, com isso faz-se necessários novos estudos com o intuito de comparar os custos de produção com a produtividade para facilitar as conclusões na recomendação deste sistema de manejo de condução de lavouras.

Quando se considera a produtividade média dos dois biênios no sistema “Safr Zero”, 9 genótipos apresentaram melhores produtividades, variando de 31,8 a 40,1 sacas ha⁻¹. Dentre

esses, os genótipos 12, 17 e 18 se destacaram por apresentarem razão maior que 100% quando comparada a produtividade média obtida anterior a primeira poda, evidenciando que os materiais são responsivos a poda e essa prática contribui para a longevidade dessas plantas. (Tabela 6).

De uma forma geral, foi observada uma resposta positiva ao esqueletamento de genótipos que também apresentaram menor incidência e severidade de ferrugem, sendo os derivados de cruzamento com “Híbrido de Timor”, visto que o principal dano causado pela doença é a desfolha, reduzindo a área fotossinteticamente ativa e conseqüentemente a queda na produção de fotoassimilados e demais substâncias de reserva das plantas, que atuam como essenciais na brotação pós poda.

4.4 Peneira 16 e acima, moca e massa específica aparente

Pode-se observar na Tabela 7 o resumo da análise de variância para porcentagem de peneira 16 e acima, porcentagem de grãos tipo moca e massa específica aparente. Sendo que, apenas a massa específica aparente não apresentou efeito significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância para % de peneira 16 e acima (16 ac), % de grãos tipo moca (Moca) e massa específica aparente (MEA) dos genótipos de cafeeiro arábica.

FV	Quadrado Médio		
	16 ac	Moca	MEA
Genótipos	483,99286*	46,60175*	0,00072
Bloco	0,42912	3,25227	0,00008
Resíduo	3,55591	1,61872	0,00069
CV%	2,98	13,02	4,46
Média Geral	63,19	9,77	0,59

*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Para porcentagem de peneira 16 e acima, foram formados oito agrupamentos onde se destacaram os genótipos 6, 11, 13, 14, 15 e 18 com valores mais elevados, variando de 72,9 % a 76,6 % (Tabela 8). Elevados percentuais de grãos graúdos indicam boas condições de manejo nutricional e sanitário em todas as fases de enchimento dos frutos, além de um maior potencial de agregação de valor na comercialização do café (NADALETI et al., 2018).

Os demais grupos, com exceção dos três últimos, apresentam bons valores de grãos retidos nas peneiras 16 e acima. Esses valores são normais e semelhantes aos encontrados por

Carvalho et al. (2012), onde observaram porcentagens de peneira 16 e acima na faixa de 51,0% a 68,7%.

O processo de avaliação e seleção de cafeeiros buscam um genótipo cujo desempenho dos materiais abranja várias características, dentre elas elevadas produtividades assim como alto percentual de grãos retidos em peneiras de crivo graúdo (FERREIRA et al., 2005). Segundo Ferreira et al. (2013) conforme aumenta o tamanho dos grãos, mais uniforme fica o lote a ser processado, influenciando diretamente no aspecto físico do produto, sendo desejável na utilização de máquinas de cafés expressos por exemplo, onde os grãos torrados ficam expostos ao consumidor.

Tabela 8 - Médias para % de grãos tipo moca (Moca), % de peneira 16 e acima (16 ac) e massa específica aparente (MEA) dos genótipos de cafeeiro arábica.

Genótipos	Moca	16 ac	MEA
1	14,1 e	37,1 h	0,61 a
2	13,4 e	35,0 h	0,57 a
3	9,8 c	52,5 f	0,57 a
4	5,5 a	62,1 d	0,61 a
5	5,0 a	63,1 d	0,57 a
6	7,5 b	73,9 a	0,58 a
7	6,0 a	70,0 b	0,57 a
8	7,5 b	59,4 e	0,58 a
9	11,1 d	70,4 b	0,57 a
10	8,4 b	65,1 c	0,57 a
11	3,5 a	75,6 a	0,57 a
12	13,9 e	64,7 c	0,58 a
13	8,1 b	76,6 a	0,60 a
14	11,6 d	74,3 a	0,57 a
15	9,8 c	72,9 a	0,58 a
16	10,3 c	67,0 c	0,58 a
17	20,7 f	63,4 d	0,62 a
18	10,4 c	75,0 a	0,60 a
19	7,0 a	66,0 c	0,59 a
20	12,0 d	40,1 g	0,60 a
Média	9,8	63,2	0,6
CV%	13,02	2,98	4,46

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em relação ao percentual de grãos do tipo moca, nota-se que houve a formação de seis grupos, sendo que os genótipos 4, 5, 7, 11 e 19 apresentaram menores porcentagens de grãos tipo moca variando de 3,5 a 7,0% (Tabela 8). Para produção de sementes certificadas, o

critério de padronização indica tolerância máxima de 12% de sementes moca (CARVALHO et al., 2013; PAIVA et al., 2010). Com isso, apenas os genótipos pertencentes ao grupo 5 (genótipos 1, 2 e 12) e o genótipo 17 pertencente ao grupo 6 estão fora do limiar máximo permitido.

A ocorrência desse tipo de grão segundo Mendes, Medina e Conagin (1954) e Pezzopane et al. (2007) pode estar associado a fatores ambientais adversos, principalmente altas temperaturas na florada e no início da frutificação.

Segundo Nadaleti et al. (2018), mesmo o grão tipo moca não sendo considerado um defeito físico na metodologia de classificação física, o mesmo é considerado um defeito para os melhoristas do cafeeiro, pois ocorre a formação de somente uma semente no fruto, acarretando em um baixo rendimento no café beneficiado. Em um trabalho realizado por Silva et al. (2016), foi evidenciado que a poda não contribuiu para o aumento do percentual de grãos do tipo moca.

Para a massa específica aparente, os valores variaram de 0,57 a 0,60 ton./m³. Com base nos resultados não foi possível verificar diferença estatística significativa. Esses dados corroboram com Fassio et al. (2015) que na avaliação de acessos de *Coffea arabica* L, de banco ativo de germoplasma dentre eles H 419-3-3-7-16-5-1-1, H 419-6-2-3-4, H 419-6-2-5-2 e H 419-6-2-5-3 não apresentaram diferença estatística significativa, com valores semelhantes aos observados neste trabalho.

A massa específica aparente de grãos agrícolas cresce, geralmente, com a diminuição do teor de umidade do produto. Segundo Brooker et al. (1992) o crescimento depende da percentagem de grãos danificados, do teor de umidade inicial, da temperatura alcançada durante a secagem, do teor de umidade final e da variedade do grão.

Segundo Tosta et al. (2013) a massa específica tem uma relação direta com as fases de maturação e de enchimento dos grãos de café. Quando essas fases tiverem maior duração, mais fotoassimilados são gerados pela planta e uma maior quantidade desses serão depositados nos grãos, apresentando uma maior massa específica.

5 CONCLUSÕES

O genótipo 12 (H516-2-1-1-18-1-4) foi responsivo ao esqueletamento e manteve sua produtividade estável nos dois ciclos de poda, sendo eficiente nesse sistema de condução de lavouras, além de apresentar baixa incidência e severidade de ferrugem e cercosporiose do cafeeiro, alta vigor vegetativo, boa uniformidade de maturação, peneira alta e rendimento médio.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, A. de P. **Produção e outras características de progênies de café Icatu (*Coffea spp*)**. 1991. 75 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.
- 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.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ - ABIC. **Exportação de café em 2018 sobe 10,8%**. 2019. Disponível em: <<http://abic.com.br/exportacao-de-cafe-em-2018-sobe-108/>>. Acesso em: 21 maio 2019.
- 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.
- BARROS, U. V. et al. Comparação entre o custo da colheita tradicional e o custo da colheita com esqueletamento simultâneo. **Coffea: revista brasileira de tecnologia cafeeira**, Varginha, MG, v. 1, n. 4, p. 7-8, nov./dez. 2004.
- Bettencourt, A.J., Lopes, J. & Palma, S. Factores genéticos que condicionam a resistência às raças de *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. dos clones-tipo dos grupos 1, 2 e 3 de derivados de Híbrido de Timor. **Brotéria Genética**, Lisboa, XIII (LXXX), 1992. pp. 185-194.
- BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita e preparo do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 33-42, 1997.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009. 529 p.
- BORGES, F. B.; JORGE, J. T.; NORONHA, R.. Influência da idade da planta e da maturação dos frutos no momento da colheita na qualidade do café. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p.158-163, maio 2002.
- 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, mai/jun, 2010.
- BOTELHO, D. M. dos S. et al. Cercosporiosis resistance in coffee germplasm collection. **Euphytica**, 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, p.22 – 29, 2003.
- BRITO, G. G. et al. Padrão de herança de fonte de resistência do cafeeiro a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 4., 2005, Londrina. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA, 2005. 1 CD-ROM.

- BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. H. Drying and storage of grains and oilseeds. **Westport**: AVI, 1992. 450p.
- CABRAL, P. G. C. et al. Identification of a new race of *Hemileia vastatrix* in Brazil. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 4, n. 1, p. 129-130, 2009.
- CAMAYO-VÉLEZ, G. C. et al. Desarrollo floral del café y su relación con las condiciones climáticas de Chinchiná. **Cenicafé**, Chinchiná, v. 54, n. 1, p. 35-49, jan./mar. 2003.
- CAMPANHOLA, C; BETTIOL, W. Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. **Embrapa Meio Ambiente**-Capítulo em livro científico , 2002.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Introduction to plant disease epidemiology. **New York**: J. Wiley, 1990. 655 p.
- 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, R. M. L. Prospecção de raças de *Hemileia vastatrix* em germoplasma de café, para seleção de cafeeiros de grupos fisiológicos com elevada resistência à ferrugem. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1., 1994, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1996. p. 305.
- CARVALHO, A. et al. Melhoramento do cafeeiro XL: estudos de progênies e híbridos de café Catuaí. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 22, p. 202-216, nov. 1979.
- CARVALHO, A. M. et al. Desempenho agrônômico de cultivares de café resistentes à ferrugem no Estado de Minas Gerais, Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 481-487, 2012.
- CARVALHO, A. M. et al. Seleção de progênies de cafeeiros do grupo Catuaí. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 244–254, abr./jun. 2016.
- CARVALHO, A. Pesquisa sobre o melhoramento do café. **Anais da ESALQ**, v. 63, p. 793-809, 1986.
- CARVALHO, A.; KRUG, C. A. Agentes da polinização flor do cafeeiro *Coffea arabica* L. **Bragantia**, Campinas, v. 9, p. 11-24, 1949.
- CARVALHO, G. R. et al. Avaliação de produtividade de progênies de cafeeiro em dois sistemas de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 838-843, set./out. 2006.
- CARVALHO, G. R. et al. Comportamento de progênies F4 de cafeeiros arábica, antes e após a poda tipo esqueletamento. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 33-42, set./out. 2013.
- CARVALHO, J. P. F. **Seleção de progênies de cafeeiro oriundas da hibridação de cultivares Catuaí com germoplasma Icatu e Híbrido de Timor**. 2014. 83 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

- CARVALHO, M. et al. Comportamento em condições de campo de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) propagados vegetativamente e por sementeira. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 108-114, jul./dez. 2008
- CARVALHO, V. L. de et al. Avaliação da incidência de cercosporiose em cultivares de cafeeiros em três regiões do estado de Minas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Embrapa, 2015. p. 1 - 5.
- 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, v. 1. p. 689-756, 2010.
- CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M. Doenças do Cafeeiro: Diagnose e Controle. **Boletim Técnico**, 58. EPAMIG, Belo Horizonte, 44p., 2000.
- CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S.M. Manejo integrado das principais doenças do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, v.19, p.27-35, 1998.
- CARVALHO, V. L.; CUNHA R.L.; CHALFOUN S.M. Manejo ecológico das principais doenças do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, v. 23, p.101-114, 2002.
- CASTRO, I. S. L. **Identificação de genes que codificam potenciais proteínas efetoras envolvidas no patossistema *Hemileia vastatrix* - Cafeeiro**. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2016.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café**. 4. ed. Brasília, 2018. 84 f.
- 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. et al. Efeito da época, altura de poda e adubação foliar na recuperação de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) depauperados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 222-226, jan./fev. 1999.
- 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.
- DAMATTA, F. M. et al. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v. 19, n. 4, p. 485–510, 2008.
- DIAS, F. P. **Caracterização de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) por meio de técnicas multivariadas**. 2002. 62 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

EMPRESA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Araponga MG 1:** cultivares de café resistentes á ferrugem. Belo Horizonte, 2004a. Folder.

EMPRESA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Catiguá MG 1 e Catiguá MG 2:** cultivares de café resistentes á ferrugem. Belo Horizonte, 2004b. Folder

EMPRESA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **PARAÍSO MG 2:** cultivares de café EPAMIG. Belo Horizonte, 2016c. Folder.

EMPRESA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Pau Brasil MG 1:** cultivares de café resistentes á ferrugem. Belo Horizonte, 2004d. Folder.

EMPRESA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Sacramento MG 1:** cultivares de café resistentes á ferrugem. Belo Horizonte, 2004e. Folder.

FASSIO, L. de O. et al. Avaliação das características físicas dos grãos crus de coffee arabica l. do banco ativo de germoplasma de minas gerais. In: I CONGRESSO MINEIRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA, 1., 2015, Lavras. **Anais...** . Lavras: Ufla, 2015. p. 247 - 254.

FAZUOLI, L. C. **Melhoramento genético do cafeeiro.** In: RIFIB – Reunião Anual do Instituto Biológico, v.10, p.1-15, 2004.

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

FAZUOLI, L. C.; BRAGHINI, M. T.; SILVAROLLA, M. B., OLIVEIRA, A. C. B. A ferrugem alaranjada do cafeeiro e a obtenção de cultivares resistentes. **O Agrônomo**, v.59, n.1, p.48-53, 2007.

FAZUOLI, L. C.; CARVALHO, A.; COSTA, W. M. Avaliação de progênies e seleção no cafeeiro Icatu. **Bragantia**, Campinas, v. 42, n. 16, p. 179-189, 1984.

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**. UFV, Viçosa, p. 137–185, 2005.

FERNANDES, A. L. T. et al. Condução das podas do cafeeiro irrigado por gotejamento cultivado no cerrado de Minas Gerais. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 487-494, 2012.

FERNANDES, C. D. **Efeitos de Fatores do Ambiente e da Concentração de Inóculo Sobre a Cercosporiose do Cafeeiro.** 1988. 37 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

FERNANDES, C. D.; PELOSO, M. C. del; MAFFIA, L. A. Influência da Concentração de Inóculo de *Cercospora coffeicola* e do Período de Molhamento Foliar na Intensidade da Cercosporiose do Cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 16, n.1, p. 39-43, 1991.

FERREIRA, A. et al. Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1189-1195, dez. 2005.

FERREIRA, A. D. et al. Desempenho agrônomico de seleções de café Bourbon Vermelho e Bourbon Amarelo de diferentes origens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 4, p. 388-394, abr. 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

FONTES, J. R. M. et al. Avaliação da resistência a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. Et Br.) em cafeeiros F₁ de RC₁ oriundos do cruzamento Híbrido de Timor x Catuaí. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 48, n. 280, p. 649-657, nov./dez. 2001.

FREITAS, T. et al. Incidência de ferrugem em cultivares de cafeeiro resistentes à doença. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS**, 43., 2017, Poços de Caldas. Novas tecnologias para um bom café produzir. Brasília, DF: Embrapa Café, 2017.

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

GARCIA JÚNIOR, D. et al. Incidência e severidade da cercosporiose-do-cafeeiro em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, p.286-291, 2003.

GARCIA, A. L. A. et al. **Sistema safra zero**: ciclos de poda em cafeeiros de porte alto e baixo. Fundação Procafé e Embrapa, 2000. 3 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50452/1/Sistema-safra-zero.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

GASPARI-PEZZOPANE, C.; MEDINA FILHO, H. P.; BORDIGNON, R. Variabilidade genética do rendimento intrínseco de grãos em germoplasma de *Coffea*. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 29-54, 2004.

GODOY, C. V.; BERGAMIN FILHO, A.; SALGADO, C. L. Doenças do Cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. Agronômica Ceres, São Paulo, v. 2, p. 184-200, 1997.

GOMES, C. A. et al. Seleção de progênies do cruzamento entre cultivares de cafeeiros Icatu e Catuaí. **Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 1, p. 062-070, jan/fev, 2015.

GREE, G. Epidemiology of coffee leaf rust in the Eastern Highlands. **Newsletter – Coffee Research Institute**, v.2, p.16-20. 1993.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **BDMEP dados históricos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 25 abril 2019.

- 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
- JAPIASSÚ, L. B. et al. Ciclos de poda e adubação Nitrogenada em lavouras cafeeiras conduzidas no sistema “safra zero”. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 28–37, 2010.
- JULIATTI, F. C.; RAMOS, A. de S.; MENDONÇA, F. C.; SANTOS, C. M. dos. Incidência e Severidade da Cercosporiose em Lavoura Cafeeira Conduzida sob Diferentes Sistemas de Irrigação e Lâminas D'água. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. **Resumos**. Poços de Caldas, n. 24, 2000.
- 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. Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM, 310p. 2014.
- LARGE, E. C. **The Advance of the Fungi**. Jonathan Cape: London. 1940.
- MADEIRA, J. A. P. **Reação de Genótipos de Cafeeiro à Hemileia vastatrix e à Cercospora coffeicola**. 2016. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.
- MATIELLO, J. B.; GARCIA, A.; ALMEIDA, S. A poda em cafezais. **Revista Brasileira de Tecnologia Cafeeira**, Varginha, v. 4, n. 11, p. 33-35, 2007.
- MATIELLO, J. B.; SNATINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil**: manual de recomendações. Edição 2010. Rio de Janeiro/Varginha, MAPA/PROCAFÉ, p.542, 2010.
- MEDINA FILHO, P. H.; BORDIGNON, R.; CARVALHO, C. H. S. Desenvolvimento de novas cultivares de café arábica. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café**: origem, características e recomendações. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. p. 79-102.
- MENDES, A. J. T.; MEDINA, D. M.; CONAGIN, C. H. T. M. Citologia da ocorrência de frutos sem sementes no café Mundo Novo. **Bragantia**, Campinas, v. 13, p. 257-279, 1954.
- MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Genética e melhoramento do cafeeiro**. Lavras: UFLA, 1998. 99p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Café no Brasil**. 2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>>. Acesso em: 20 maio 2019.
- MIRANDA, J. M.; PERECIN, D.; PEREIRA, A. A.. Produtividade e resistência à ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* BERK. ET BR.) de progênies f5 de Catuaí Amarelo com o Híbrido de Timor. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p.1195-12000, dez. 2005.
- NADALETI, D. H. S. et al. Productivity and sensory quality of arabica coffee in response to pruning type “esqueletamento”. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 6, mai. 2018.

NADALETI, D. H. S.. **Resposta ao esqueletamento de progênies de coffea arabica l.: produtividade e qualidade.** 2017. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia/fitotecnia, Universidade Federal de Lavras - Ufla, Lavras, 2017.

NASCIMENTO, L.; SPEHAR, C.; SANDRI, D. Produtividade de cafeeiro orgânico no cerrado após a poda sob diferentes regimes hídricos. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 3, p. 354–365, 2014.

OLIVEIRA, A. C. B. et al. Prediction of genetic gains from selection in Arabica coffee progenies. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 106-113, June 2011.

OLIVEIRA, S. H. F.; SANTOS, J. M. F.; GUZZO, S. D. Efeito da chuva sobre a tenacidade e eficiência de fungicidas cúpricos associados ao óleo vegetal no controle da ferrugem do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 6, p. 581-585, 2002.

PAIVA, R. N. et al. Comportamento agrônômico de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Varginha-MG. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 49–58, 2010.

PATRICIO, F. R. A. et al. Effectiveness of Acibenzolar-S-methyl, Fungicides and Antibiotics for the Control of Brown Eye Spot, Bacterial Blight, Brown Leaf Spot and Coffee Rust in Coffee. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 152, n. 152, p. 29-39, 2008.

PATRICIO, F. R. A.; BRAGHINI, M. T. Efeito de Fungicidas Triazóis Sobre o Controle da Cercosporiose em Mudanças de Cafeeiro. **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 78, n. 2, p. 241-249, 2011.

PEREIRA, A. A. et al. Comportamento de progênies resultantes de cruzamentos de Catuaí Amarelo com Híbrido de Tímor, na região de São Sebastião do Paraíso, Sul de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFES DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA; MINASPLAN, 2001. p. 1312-1318.

PEREIRA, A. A. et al. Melhoramento genético do cafeeiro no Estado de Minas Gerais: cultivares lançadas e em fase de obtenção. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café.** 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 253-295.

PEREIRA, S. P. et al. Crescimento vegetativo e produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) recepados em duas épocas, conduzidos em espaçamentos crescentes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 643–649, 2007.

PETEK, M. R. et al. Seleção de progênies de *Coffea arabica* com resistência simultânea à mancha aureolada e à ferrugem alaranjada. **Bragantia**, Campinas, v. 65, p. 65-73, 2006.

PEZZOPANE, C.G. **Influências ambientais e de variabilidade genética no rendimento intrínseco do café**, dissertação (mestre), Instituto Agrônômico de Campinas, 2003.

PEZZOPANE, J. R. M. et al. Avaliações fenológicas e agrônômicas em café arábica cultivado a pleno sol e consorciado com banana prata anã. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 527-533, 2007.

PINTO, M. o F. et al. Seleção de progênies de cafeeiro derivadas de Catuaí com Icatu e Híbrido de Timor. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 3, p.215-222, set. 2012.

POZZA, A. A. A. et al. Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha-de-olho-pardo em mudas de cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.53-60, 2001.

POZZA, E. A.; ALVES, M. C. Impacto Potencial das Mudanças Climáticas Sobre as Doenças Fúngicas do Cafeeiro no Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E. (Ed.). **Mudanças Climáticas: Impactos Sobre Doenças de Plantas no Brasil**. EMBRAPA, Brasília, p. 216-233 2008.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B. et al. Eficiência da poda em cafeeiros no controle da *Xylella fastidiosa*. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 3, p. 433–440, 2006.

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

RAMALHO, M. A. P.; CARVALHO, B. L.; NUNES, J. A. R. Perspective for the use of quantitative genetics in breeding of autogamous plants. **ISRN Genetics**, Cairo, v. 2013, p. 1-6, 2013.

REIS, E. A. C. et al. Characterization of coffee cultivars leaf rust-resistant subjected to framework pruning. **Coffee Science**, Lavras, v. 13, n. 1, p.63-70, jan. 2018.

RENA, A. B. et al. Fisiologia do cafeeiro em plantios adensados. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1., 1994, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1994. p. 71-85.

REZENDE, R. M. et al. Progresso da ferrugem e cercosporiose do cafeeiro em progênies obtidas do cruzamento entre Híbrido de Timor e Catuaí. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. **Resumos**. Poços de Caldas, n. 37, 2011.

SANTOS, J. C. F. Execução de desbrota e poda do cafeeiro. **Agronline**, Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=342&pg=2&n=2>>. Acesso em: 10 maio 2019.

SCARPARE FILHO, J. Poda de frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 35, n. 3, p. 677–932, 2013.

SERA, G. H.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B.; ITO, D. S.; DEL GROSSI, L.; SHIGUEOKA, L. H.; KANAYAMA, F. S. Seleção para a resistência à ferrugem em progênies das cultivares de café IPR 99 e IPR 107. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 547-554, 2010.

SEVERINO, L. S. **Caracterização de progênies de catimor e avaliação de descritores em *Coffea arabica* L.** 2000. Tese (Magister Scientiae em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

SEVERINO, L. S. et al. Eficiência dos descritores de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) na discriminação de linhagens de “Catimor”. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1487-1492, 2002.

- SILVA, V. et al. Recuperação de cultivares de café submetidas ao esqueletamento aos quatro anos e meio de idade. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 55–64, jan./mar. 2016.
- SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, ago. 1977.
- SOBREIRA, F. M. et al. Rendimento e renda de cultivares de café arábica, após esqueletamento, em ano de estresse térmico-hídrico no sul do ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 42., 2016, Serra Negra. **Anais...** . Serra Negra: Cbpc, 2016. p. 1 - 2.
- 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.
- SOUZA, A. G. C. et al. Infection Process of *Cercospora coffeicola* on Coffee Leaf. **Journal of Phytopathology**, [s. l.], v. 159, n. 1, p. 6-11, 2011.
- TALAMINI, V. et al. Progresso da ferrugem e da cercosporiosedo- cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes lâminas de irrigação e diferentes parcelamentos de adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, p.55-62, 2001.
- TEIXEIRA, A. A. et al. A influência de grãos verdes com ligas com cafés de bebida mole. **Boletim Técnico do IBC**, v. 3, p. 3-15, 1970.
- THOMAZIELLO, R. A. et al. **Café arábica: cultura e técnicas de produção**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 82 p. (Boletim Técnico, 187).
- TOSTA, M. F. et al. Utilização da massa específica como parametro para se avaliar a qualidade de café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador. **Anais...** . Salvador: Embrapa, 2013. p. 1 – 5.
- VALE, P. A. S.. **CARACTERIZAÇÃO DE *Cercospora coffeicola* POR FILOGENIA MOLECULAR MULTIGÊNICA**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia/Biotecnologia Vegetal,, Universidade Federal de Lavras - Ufla, Lavras, 2016.
- VÁRZEA, V. M. P. et al. Resistência do cafeeiro a *Hemileia vastatrix*. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 297-320.
- 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, p. 53-74, 2005.

VIEIRA JÚNIOR, J. R. et al. Levantamento da ocorrência de populações do nematoide das galhas do cafeeiro (*Meloidogyne* sp.) em Rondônia. Porto Velho: **Embrapa Rondônia**, 2008. 5 p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico, 332).

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. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E. (Ed.). Manual de Fitopatologia. vol. 2: **Doenças das plantas cultivadas**. 4.ed. São Paulo: Ceres. 2005. p.165-180.

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.. Café (*C. arabica* L.). Controle de doenças. In: Vale, F.X.R.; Zambolim, L. (Eds.) Controle de doenças de plantas. **Grandes culturas**. Viçosa MG. Universidade Federal de Viçosa. Volume 1. 1997.