



**CLEITON GONÇALVES DOMINGUES**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE *Coffea arabica* L. APÓS O “ESQUELETAMENTO/SAFRA ZERO”**

**LAVRAS-MG  
2020**

**CLEITON GONÇALVES DOMINGUES**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE *Coffea arabica* L. APÓS O  
“ESQUELETAMENTO/SAFRA ZERO**

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

Pesq. Dr. Cesar Elias Botelho  
Orientador

Pesq. Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2020**

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

Domingues, Cleiton Gonçalves.

Desempenho Agronômico de Cultivares de *Coffea arabica* L. após  
o “Esqueletamento/Safra Zero” / Cleiton Gonçalves Domingues. - 2020.  
46 p. : il.

Orientador(a): Cesar Elias Botelho.

Coorientador(a): Gladyston Rodrigues Carvalho.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2020.

Bibliografia.

1. Cafeeiro. 2. Resistência. 3. Produtividade. I. Botelho, Cesar Elias. II.  
Carvalho, Gladyston Rodrigues. III. Título.

**CLEITON GONÇALVES DOMINGUES**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE *Coffea arabica* L. APÓS O  
“ESQUELETAMENTO/SAFRA ZERO**

**AGRONOMIC PERFORMANCE OF *Coffea arabica* L. CULTIVARS AFTER  
“SKELETING / SAFRA ZERO**

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

APROVADA em 13 de fevereiro de 2020.

Dr. Rubens José Guimarães Mendes      UFLA

Dr. André Dominghetti Ferreira      EMBRAPA

Pesq. Dr. Cesar Elias Botelho  
Orientador

Pesq. Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2020**

*os meus pais, Ramão Domingues e Zilda G. da Silva Domingues,  
meus maiores exemplos, e à minha esposa Daiane Silva Santos, por  
todo o apoio e esforço na realização dos meus sonhos.*

*Dedico*

*Às minhas irmãs Greici Kelli e Keila, à minha  
enteada Camila, e à minha filha Laura, minha maior  
motivação, obrigado por todo carinho, compreensão e apoio.*

*Ofereço*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ter me concedido essa oportunidade, pela força, graça e sabedoria que colocaste na minha vida.

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

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

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

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

Ao coorientador Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho, por suas orientações e pela amizade.

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

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

À minha Esposa, por todo o carinho, amor e compreensão.

Aos meus amigos, por toda a torcida e companheirismo.

Muito obrigado!

*“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que  
você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo.”*

*(Martin Luther King Jr.)*

## RESUMO

A utilização de cultivares resistentes a doenças tem sido importante no controle das mesmas, pois os danos causados pelas doenças podem trazer perdas significativas à cultura, reduzindo a produtividade, devido ao depauperamento acentuado nas plantas. No manejo da lavoura cafeeira, tem-se utilizado a poda do tipo esqueletamento para renovação de lavouras, com a eliminação de partes improdutivas das plantas, favorecendo altas produtividades. A adoção do 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. Com isso, objetivou-se neste trabalho, identificar cultivares de café arábica mais produtivas e responsivas à poda tipo esqueletamento. Foi instalado um experimento na área experimental do Departamento de Agricultura, Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no mês de dezembro de 2005. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 25 cultivares de *Coffea arabica* L., 23 com graus de resistência à ferrugem e duas testemunhas comerciais suscetíveis (Topázio MG 1190 e Catuaí Vermelho IAC 144) com três repetições, no espaçamento de 3,5 x 0,7m e parcelas de 12 plantas. Em 2014, realizou-se o primeiro ciclo da poda do tipo esqueletamento, e o segundo ciclo foi realizado em agosto de 2016. Em 2018 foram avaliadas a produtividade, porcentagem de frutos chochos, porcentagem de frutos maduros, verdes e secos, vigor vegetativo, incidência de ferrugem e cercosporiose. Os dados obtidos foram analisados por meio do programa Genes, realizando a análise de variância à 5% de significância pelo teste F, e para o agrupamento das médias foi utilizado o teste de Scott-Knott. A cultivar Catuaí Amarelo 20/15 cv 479 é indicada para o sistema convencional e para o sistema “Safra Zero” por apresentar alta produtividade, e boa maturação dos frutos, contudo, é necessário o controle de doenças. As cultivares Palma II, Pau Brasil MG 1 e IPR 103 são altamente produtivas e apresentam recuperação após a poda do tipo esqueletamento. Destaque para a Palma II, que apresentou resistência à ferrugem e intermediário para cercosporiose, sendo a mais indicada para plantios em regiões de montanha.

Palavras Chave: Cafeeiro. Resistência. Produtividade

## ABSTRACT

The use of cultivars resistant to diseases has been important in their control, as the damage caused by diseases can bring significant losses to the crop, reducing productivity, due to the marked depletion in plants. Currently, in the management of coffee plantations, skeleton-type pruning has been used for crop renewal, with the elimination of unproductive plant tissues, favoring high productivity. The adoption of the “Safra Zero” system started to be adopted in order to maintain the size of the crop and eliminate the harvests in a low crop year, recommending pruning cycles after years of high crop. Thus, the aim of this work was to identify Arabica coffee cultivars that are more productive and responsive to skeleton-type pruning. An experiment was installed in the experimental area of the Department of Agriculture, Coffee Sector of the Federal University of Lavras (UFLA), in December 2005. The experimental design used was randomized blocks, with 25 cultivars of *Coffea arabica* L., 23 supposedly resistant to rust and two susceptible commercial witnesses (Topázio MG 1190 and Catuaí Vermelho IAC 144) with three repetitions with spacing of 3.5 x 0.7 m and plots of 12 plants. In 2014, the first cycle of skeleton pruning was carried out, and the second cycle was carried out in August 2016. In 2018, productivity, percentage of chochos fruits, percentage of ripe, green and dry fruits, vegetative vigor, were evaluated. incidence of rust and cercosporiosis. The data obtained were analyzed using the Genes program, performing the analysis of variance at 5% significance using the F test and for the grouping of means, the Scott-Knott test was used. The cultivar Catuaí Amarelo 20/15 hp 479 shows high productivity in the conventional system and in the “Safra Zero” system and a good percentage of fruit ripening at the time of harvest, however, disease control is necessary. The cultivars Palma II, Pau Brasil MG 1 and IPR 103 are highly productive and recover after skeletal pruning. With emphasis on Palma II, which presented resistance to rust disease and average values for cercosporiosis. This is the most suitable for planting in mountain regions.

Keywords: Coffee tree. Resistance. Productivity.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Importância da cafeicultura no Brasil.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Melhoramento genético do cafeeiro no Brasil.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>Doenças do cafeeiro .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Ferrugem - <i>Hemileia vastatrix</i> Berkeley &amp; Broome.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Cercosporiose - <i>Cercospora coffeicola</i> Berk. &amp; Cooke.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4</b>	<b>Manejo de podas na condução do cafeeiro .....</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1</b>	<b>Delineamento experimental .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Instalação e condução do experimento .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3</b>	<b>Variáveis analisadas .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Anterior ao segundo ciclo de esqueletamento .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Após o segundo ciclo de esqueletamento .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4</b>	<b>Comparações de produtividade.....</b>	<b>24</b>
<b>3.5</b>	<b>Análises estatísticas.....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>39</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a cafeicultura é uma das principais atividades do setor do agronegócio, sendo destaque a nível internacional como o maior produtor e exportador do café, ocupando a segunda colocação em consumo do grão no mundo. Além disso, o setor cafeeiro exerce um papel importante na economia nacional gerando empregos de forma direta e indireta.

Um dos fatores que contribuem para o sucesso da cafeicultura é o tipo de sistema de cultivo adotado, utilizando-se práticas agronômicas para a melhoria da produtividade. Desta forma, para uma lavoura ser economicamente mais rentável e produtiva, os produtores têm adotado algumas práticas importantes, como o plantio de cultivares resistentes a doenças, e a adoção de podas como a do tipo esqueletamento.

Na cafeicultura, as doenças interferem na produtividade, podendo causar prejuízos econômicos ao produtor, visto que os métodos de controle aumentam o custo de produção. Dentre as doenças de importância econômica na cafeicultura, a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br) considerada a principal doença do cafeeiro, e a cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke), se destacam, por causarem grandes prejuízos que variam de acordo com sua intensidade e severidade. O ataque desses patógenos trazem sérios problemas fitossanitários para o cafeeiro, como a desfolha, a redução da produtividade e o rendimento, e também a perda da qualidade do café, acarretando sérios prejuízos (REZENDE *et al.*, 2011; SOUZA; MAFFIA; MIZUBUTI, 2012; ZAMBOLIM, 2016). Portanto, uma das opções de manejo que tem sido adotado em relação ao manejo das doenças do cafeeiro é a utilização de cultivares consideradas resistentes, principalmente para a ferrugem.

Uma técnica que tem sido muito utilizada no manejo da lavoura cafeeira é a poda do tipo esqueletamento. Essa técnica tem sido muito utilizada pelos produtores em sistemas de cultivo como o sistema “Safr Zero”, com objetivo de manter a produtividade das lavouras, manter o porte mais baixo das plantas e eliminar colheitas onerosas em ano de safra baixa. A adoção do sistema “Safr zero” pode permitir uma safra alta a cada dois anos e com menores custos.

Para a realização da poda do tipo esqueletamento é preciso associar a utilização de cultivares adequadas com um manejo correto, a fim de aumentar, a curto prazo, a produtividade em relação ao cultivo em livre crescimento. Entretanto, nem todas as cultivares são responsivas a este tipo de manejo, pois esta operação é considerada relativamente drástica, por eliminar grande porção da parte aérea das plantas e, conseqüentemente, do sistema radicular, que será

recuperado à medida que a brotação da parte aérea se intensifica (QUEIROZ-VOLTAN *et al.*, 2006).

Assim, a importância de se aprimorar o sistema de cultivo, tem sido um dos desafios da cafeicultura na atualidade, preconizando a melhoria de características agronômicas como o aumento da produtividade, a redução na incidência de doenças, e o alto vigor vegetativo e qualidade dos grãos. Para isso, estudos que visam seleção de materiais genéticos com resistência a doenças, responsivos as práticas de manejo, especialmente as de poda do tipo esqueletamento, estão entre as prioridades dos programas de melhoramento genético do cafeeiro. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi identificar cultivares de cafeeiro arábica mais produtivas e responsivas à poda tipo esqueletamento.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Importância da cafeicultura no Brasil**

O Brasil se destaca como maior produtor e exportador de café no mundo. A última estimativa da produção da safra 2019/2020 (arábica e conilon) indicou que o país colheu cerca de 49,31 milhões de sacas de café beneficiado (CONAB, 2019). Entretanto, apesar de ser ano de bienalidade negativa para a produção de café arábica, que representa 70% da produção nacional, a produção atual ainda é significativa para o mercado brasileiro.

Por meio dos números de produção e geração de renda é possível verificar que a cafeicultura é um setor importante para o agronegócio brasileiro, sendo considerada uma das principais atividades agrícolas do país, por ser geradora de empregos de forma direta e indireta, sendo fonte de receita para centenas de municípios. Os expressivos desempenhos da exportação e do consumo interno conferem sustentabilidade econômica ao produtor e sua atividade. (MAPA, 2017).

Além de ser um dos principais exportadores, o Brasil também tem aumentado seu consumo interno que 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. (ABIC, 2019).

### **2.2 Melhoramento genético do cafeeiro no Brasil**

O melhoramento genético tem sido responsável por grandes feitos na cafeicultura, sendo hoje, uma das principais áreas de pesquisa. Por meio dos trabalhos com melhoramento em cafeeiro, existem atualmente uma ampla diversidade de materiais genéticos que podem ser encontrados em várias regiões do Brasil, com características agrônômicas distintas. Esse trabalho iniciou-se por volta de 1933, no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), com a criação das seções de genética e de café (KRUG, 1936). A partir desse momento, os estudos voltados para o melhoramento do cafeeiro vêm contribuindo de forma efetiva para o desenvolvimento científico e tecnológico do setor. Por meio dos cruzamentos de materiais do

gênero *Coffea*, tem-se incorporado características de interesse agrônomo nas plantas, como a resistência a pragas e doenças, dentre outras (FRITSCHÉ-NETO; BORÉM, 2012).

De acordo com Carvalho (1985), após as iniciativas do IAC, na década de 30, de trabalhar com pesquisas na cafeicultura, iniciou-se uma investigação complexa sobre o cafeeiro, adotando novas metodologias científicas empregadas nos programas de melhoramento. Isso fez com que nesse período os ganhos com a seleção fossem mais expressivos, principalmente em relação à produtividade, chegando a um acréscimo de 395% da cultivar Mundo Novo em relação à variedade *Typica* introduzida inicialmente (CARVALHO, 1981).

Um dos fatores que contribuíram para a busca de novos materiais genéticos foi a constatação da ferrugem-alaranjada no Brasil, na década de 70. Nesse período, foi comprovada a suscetibilidade das cultivares Mundo Novo e Catuaí a essa doença. A partir de então, muitos estudos relacionados a resistência à ferrugem começaram a ser executados, a fim de buscar genótipos resistentes à doença. No início, foram utilizados alguns materiais genéticos com fatores simples, porém, ao apresentarem baixa produtividade, assim como outros caracteres agrônômicos não interessantes, estes fatores foram abandonados, (MATIELLO; ALMEIDA, 2006).

Arelado a isso, o melhoramento do cafeeiro visa, não apenas o aumento da produtividade, mas também a melhoria de outras características agrônômicas como qualidade de bebida, que vem sendo um dos atributos de grande importância no mercado, e seleção de cultivares adaptadas às diferentes condições e sistema de cultivo, e ainda, resistências às pragas e doenças (MENDES; GUIMARÃES, 1998).

Mesmo com o desenvolvimento de cultivares resistentes ao patógeno, novas raças do fungo têm sido encontradas ocasionando a ‘quebra’ de resistência de algumas cultivares registradas como resistentes (CASTRO, 2016). Diante disso, os programas de melhoramento têm buscado o desenvolvimento de cultivares de café que possuam resistência durável para os principais patógenos do cafeeiro, atrelada a outras características fundamentais no desempenho das plantas.

No Brasil, a seleção de cafeeiros resistentes à *H. vastatrix*, tem como fonte de resistência o material denominado de Híbrido de Timor, resultante do cruzamento entre *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre. Visando a resistência ao agente da ferrugem, esse material tem sido importante em estudos nas principais regiões produtoras de café.

Nos últimos anos algumas cultivares com resistência à ferrugem foram lançadas no país. Dentre as empresas de pesquisa que têm trabalhado para esse fim, pode-se destacar a Empresa

de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), que lançou nos últimos anos as cultivares com os nomes comerciais de Catiguá MG1, MGS Catiguá 2 e MGS Catiguá 3 (EPAMIG, 2016), Pau Brasil MG1 (EPAMIG, 2016), Sacramento MG1 (EPAMIG, 2004a) e Araponga MG1 (EPAMIG, 2004a) MGS Aranãs (EPAMIG, 2016), MGS Paraíso 2 (EPAMIG, 2016), Paraíso MG H419-1 (EPAMIG, 2016), Entretanto, essas cultivares devem ser testadas em diversas regiões produtoras, observando seu comportamento, a fim de confirmar sua resistência à ferrugem e sua capacidade produtiva.

Além da utilização de Híbridos de Timor, outros grupos de resistência à ferrugem têm sido estudados pelos programas de melhoramento, como a população denominada Icatu. De acordo com Fazuoli (1991), esse genótipo foi desenvolvido no ano de 1950, no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). O Icatu é proveniente do cruzamento interespecífico entre plantas selecionadas de *Coffea canephora* cv Robusta com o número de cromossomos duplicado (tetraplóide) e *Coffea arabica* L. cv Bourbon Vermelho, também tetraplóide. Os primeiros retrocruzamentos foram realizados após quatro anos, com cafeeiros selecionados de cultivares de café arábica. Posteriormente, outros retrocruzamentos foram efetuados e avançaram gerações de autofecundação, obtidas de forma espontânea. Desta forma, os cafeeiros obtidos de até três retrocruzamentos de geração de autofecundação foram nomeados de Icatu.

Essa população de Icatu, apresenta algumas características agrônômicas desejáveis como: 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, conforme foi apresentado por Alvarenga (1991) e Fazuoli, Carvalho e Costa (1984). Desta forma, os programas de melhoramento têm utilizado o germoplasma Icatu, por apresentar características de rusticidade, boa porcentagem de grãos com tamanho superior (peneira alta), qualidade de bebida superior e, principalmente, variabilidade para resistência à ferrugem (CARVALHO, 2014).

A partir de 1985, novos híbridos entraram em estudo, principalmente com a finalidade de incorporar alelos de resistência à ferrugem, como Catucaí (Icatu x Catuaí), Eparrei (Acaiaí x Icatu), gerações mais avançadas de Icatu, Catimor, Sarchimor e outros materiais, adotando-se como padrões as cultivares de Catuaí e Mundo Novo para as características avaliadas (ALMEIDA; MATIELLO; FERREIRA, 1999).

É importante frisar, que a adoção de cultivares resistentes ou tolerantes à ferrugem é uma prática considerada sustentável para a atividade, no entanto, deve ser feita de forma

gradual, observando seu comportamento agrônômico bem como sua adaptabilidade na região de cultivo.

É importante também, verificar a incidência de outras doenças como mancha-de-phoma e de cercosporiose, e da principal praga do cafeeiro, o bicho-mineiro, nas diferentes cultivares de cafeeiros com resistência à ferrugem, visando conciliar cultivares que expressam produtividade, resistência à ferrugem e menor incidência de mancha-de-phoma, cercosporiose e bicho-mineiro (MESQUITA *et al.*, 2016).

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 à cercosporiose para Sarchimor MG 8840, Guatenano, três acessos de ‘Híbrido de Timor’ e um híbrido (Wush-Wush x “Híbrido de Timor” UFV 366-08).

## 2.3 Doenças do cafeeiro

### 2.3.1 Ferrugem - *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome

A principal doença do cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.) é a ferrugem alaranjada provocada pelo fungo (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome). As quedas na produtividade provocadas pela ferrugem variam entre 35 a 40%, e, em alguns casos, chegando até 50%, causando grandes prejuízos econômicos (GARCIA; RODRIGUES; COSTA, 2000). Por ser um fungo biotrófico, *Hemileia vastatrix* tem sua fonte de inóculo composta por folhas infectadas que, ao produzirem uredósporos, cujo período de incubação pode chegar a três meses ou mais, tornam-se fonte de inóculo para a próxima estação (BEDENDO, 1995).

O fungo *Hemileia vastatrix* foi constatado no Brasil no ano de 1970, na região sul do estado da Bahia e, em seguida, a doença foi diagnosticada em cafeeiros presentes em quase todos os estados do país (KOHLHEPP *et al.*, 2014). Não se sabe ao certo como a doença adentrou no país, no entanto, duas hipóteses foram descritas 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.

Apesar dessa doença ter se dissipado e se tornado a principal doença do cafeeiro no Brasil, ela não é um fenômeno nacional. Outros países no mundo já haviam presenciado o ataque desse patógeno em lavouras de café. Avelino et al. (2015) mencionam 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 produtividade.

A identificação da doença pode ser por meio dos sintomas provocados pelo hospedeiro. Os sintomas surgem inicialmente com pequenas manchas cloróticas apresentando entre 1 e 3 mm de diâmetro e que antecedem a esporulação. Em poucos dias ocorre um aumento das manchas, de número e de diâmetro, resultando na formação de pústulas de soros uredospóricos de cor alaranjada. A infecção provocada por este fungo afeta as folhas jovens e as folhas mais velhas do cafeeiro (SCHIEBER; ZENTMYER, 1984). As consequências desta infecção traduzem-se na queda prematura das folhas, na diminuição da taxa de fotossíntese e diminuição da produção da planta (AGRIOS, 2005; SILVA et al., 2006).

Após o surgimento da doença em 1970, o principal objetivo das instituições de pesquisa foi encontrar uma solução para o controle do fungo. Até então, durante vários anos vem sendo trabalhada a utilização de fungicidas cúpricos ou sistêmicos que têm se mostrado eficiente no controle do patógeno, no entanto, desenvolvimento de genótipos mais resistentes tem sido a alternativa mais viável economicamente para o controle da doença.

Por meio do melhoramento genético, existem no mercado várias cultivares que apresentam características agronômicas desejáveis com resistência à ferrugem, como as cultivares que apresentam resistência completa para a maioria das raças de ferrugem, como IAPAR 59, Obatã IAC 1669-20, Oeiras MG 6851, Tupi IAC 1669-33 e outras, sendo a maioria derivada dos germoplasmas Catimor e Sarchimor (VÁRZEA *et al.*, 2002).

Outras cultivares desenvolvidas apresentam além da resistência à ferrugem, algumas características agronômicas desejáveis, como por exemplo: Paraíso MG H419-1, Grupo Catiguá (Catiguá MG1, Catiguá MG2 e MGS Catiguá 3), Araponga MG1, IAPAR 59, recomendadas para lavouras mais adensadas, dentre outras (PEREIRA *et al.*, 2010). Em termos de qualidade sensorial destaca-se o Catiguá MG2, como também materiais adaptados à colheita mecanizada como os do grupo Acai. (CARVALHO, 2008; FAZUOLI et al., 2008).

No entanto, as cultivares consideradas resistentes à ferrugem precisam passar por avaliações precisas que conferem seu potencial de resistência e de produção. Para isso, alguns ensaios científicos têm sido realizados pelas principais instituições de pesquisa do Brasil, e vêm

comprovando que existem diferenças significativas no comportamento das cultivares em diversas regiões.

Reis *et al.* (2018), avaliando as características agronômicas de cultivares resistentes à ferrugem na safra 2015/2016, identificaram que a alta incidência de ferrugem foi observada no Catucaí Amarelo 2SL (43,2%), Catucaí Amarelo 24/137 (38%), Catucaí Vermelho 20/15 cv 476 (42,13%) com valores semelhantes aos padrões suscetíveis Topázio MG 1190 (39,47%) e Catucaí Vermelho IAC 144 (41,33%), e também outras cultivares, consideradas resistentes, que não se assemelharam aos padrões suscetíveis, mas apresentaram alta incidência da doença, sendo: Catucaí Vermelho 785/15 (32,40%), Oeiras MG 6851 (36,27%), IPR 103 (32,00%), Sabiá 398 (21,40%) e Catucaí Amarelo 20/15 cv 479 (20,33%).

Para o manejo da doença, Zambolim e Vale (2003) relataram que cafeeiros resistentes à ferrugem têm se mostrado a melhor opção, entretanto, o que se tem observado no campo por produtores e técnicos, é que esses cafeeiros, apesar de apresentarem altas produtividades nas primeiras safras, com o passar dos anos têm reduzido vigor vegetativo, acarretando perda de produtividade. Dessa forma, para fins de conhecimento científico, se faz necessário realizar estudos relacionados à restauração da capacidade produtiva desses materiais. Uma das técnicas que podem ser viáveis para recuperação do vigor vegetativo dessas plantas ao longo dos anos é a utilização da poda, principalmente do tipo esqueletamento (REIS, 2016).

### **2.3.2 Cercosporiose - *Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke**

A cercosporiose é uma das principais doenças do cafeeiro. Em algumas regiões a doença é conhecida por cercosporiose, mancha de cercospora, mancha de olho pardo ou olho de pomba. A sua disseminação ocorre de forma generalizada pelas regiões produtoras de café. O fungo atinge todas as fases da lavoura, do viveiro ao campo (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

O agente causal da doença é o fungo *Cercospora coffeicola* Berk & Cook. Algumas condições favorecem o estabelecimento do fungo na lavoura, nesse caso, o seu desenvolvimento ocorre principalmente por alta umidade relativa, insolação excessiva ou alta luminosidade, nutrição desequilibrada, sistema radicular pouco desenvolvido ou defeituoso, em solos muito argilosos ou muito arenosos (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

Os sintomas da doença são bem visíveis e ocorrem tanto nas folhas como nos frutos. De acordo com Souza et al. (2015), nas folhas, os sintomas são as manchas foliares circulares de

coloração castanho-claro a escuro e com o centro branco-acinzentado, comumente envolvida por um halo amarelo, característica essa que a faz ser popularmente conhecida como mancha de olho pardo. Já nos frutos, as lesões são escuras e com aspecto seco (SOUZA *et al.*, 2011).

Essa doença é uma das mais antigas do cafeeiro, sendo relatada no Brasil a partir do ano de 1887. O ataque desse patógeno pode trazer prejuízos econômicos consideráveis. Segundo Zambolim, Martins e Chaves (1985), a cercosporiose pode provocar perdas significativas, podendo chegar até 50% na produtividade em decorrência da falta de manejo adequado e condições favoráveis para seu desenvolvimento (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

Outro ponto importante em relação a propagação da doença, está no manejo dos restos culturais, principalmente de plantas já com histórico de incidência. Para Fernandes (1988) 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. Portanto, é indispensável um manejo correto da doença, pois sob condições ideais para o seu desenvolvimento, pode causar perdas significativas na produtividade do cafeeiro.

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

O combate a doenças tem sido uma das principais dificuldades encontradas pelos agricultores. Com isso, alternativas mais viáveis e visando uma agricultura mais sustentável, os programas de melhoramento genético do cafeeiro têm buscado constantemente obter cultivares mais resistente aos fitopatógenos. A identificação de fontes de resistência à 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; FAZUOLI, 2010).

## **2.4 Manejo de podas na condução do cafeeiro**

A cafeicultura tem passado por inúmeras inovações nos últimos anos, principalmente em relação ao melhoramento genético, que traz a ideia de melhorar as características

agronômicas desejáveis da planta, estabelecendo em campo, cultivares com alto potencial produtivo. Além disso, outras técnicas de manejo também vêm sendo utilizadas para a melhoria da capacidade de produtiva do cafeeiro, como a utilização da poda do tipo esqueletamento. 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 (MATIELLO; GARCIA; ALMEIDA, 2007).

A poda do tipo esqueletamento, tem sido recomendada para algumas cultivares em lavouras mais adensadas, pois tem a capacidade de arejar a lavoura para evitar o seu fechamento, e com isso, a técnica visa eliminar as partes vegetativas pouco produtivas (THOMAZIELLO *et al.*, 2000), favorecendo o desenvolvimento de novos ramos e proporcionando aumento da luminosidade e produtividade (CUNHA *et al.*, 1999). Da mesma forma Queiroz-Voltan *et al.* (2006), relatam que a adoção da poda está relacionada com plantios mais adensados, que por meio do crescimento dos ramos plagiotrópicos (ramos laterais) ocorre o fechamento da lavoura. 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. Com isso, tem-se utilizado esse tipo de poda no sistema “Safr zero”.

No sistema “Safr Zero” a poda, que é feita a cada dois anos e tem sido bem aceita pelos produtores de *Coffea arábica* L., 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. Visa também a otimização da mão de obra, diminuindo os custos, principalmente de colheita, que tem maior participação no custo final da saca de café beneficiado (JAPIASSÚ *et al.*, 2010).

Alguns trabalhos vêm relatando o comportamento de cultivares e de progênies quando submetidas à poda do tipo esqueletamento, relacionando com as características agrônômicas, principalmente em relação a produtividade. Reis (2016) relata que cultivares como Catucaí Amarelo 20/15 cv 479, Araçonga MG1 e Tupi IAC 1669-33 mostraram-se responsivas à poda de esqueletamento por apresentarem alta produtividade após a adoção do sistema “Safr zero”.

Nadaleti (2017) em estudo sobre resposta ao esqueletamento de progênies de *Coffea arabica* L. visando o sistema “Safr zero” concluiu que cinco progênies e a cultivar Tupi IAC 1669-33 foram altamente responsivas ao esqueletamento, com produtividade superior em relação ao primeiro ano pós-poda, e apresentando uma produtividade média do biênio no sistema “Safr zero” superior à produtividade média anterior a poda.

Já Carvalho *et al.* (2013) avaliaram o comportamento de progênies F<sub>4</sub> antes e após a poda tipo esqueletamento, e concluíram que os genótipos estudados apresentaram resposta satisfatória mediante a intervenção da poda, e o genótipo 1189-12-52-2 (cultivar MGS Epamig 1194) foi o mais produtivo antes e após a poda do tipo esqueletamento. Com isso, é importante frisar que a resposta de cultivares ou de progênies ao esqueletamento é de suma importância para indicação das mesmas em manejos que utilizam esse tipo sistema.

É importante enfatizar que o café é uma *commodity*, e tem seu preço em saca de 60 kg, estabelecido em bolsas de valores como as de Nova York e de Londres. Dessa forma, as oscilações de preço durante o ano é bem comum para o produto. Essas oscilações podem ser positivas ou negativas de acordo com a reação do mercado, por isso, uma lavoura bem conduzida com as devidas técnicas de produção podem gerar resultados positivos para o produtor, por isso, a adoção de manejo como o sistema “Safr zero” pode ajudar a minimizar o custo da lavoura em ano de safra baixa.

Portanto, uma lavoura mais produtiva pode gerar um incremento na receita, podendo ser mais lucrativa para o produtor. Com relação a isso, Matiello *et al.* (2003) ao estudarem os custos de colheita de quatro safras em duas propriedades, verificaram que em altas produtividades, 62 sacas ha<sup>-1</sup>, o custo por saca de café beneficiado apresentou valores inferiores comparados a área com baixa produtividade, 21 sacas ha<sup>-1</sup>, proporcionando uma redução de 55% nos gastos finais.

Dessa forma, verifica-se que o custo da produção de café é muito influenciado pela produtividade da lavoura, ou seja, quanto menor a produtividade, maior o custo de produção por saca de café. Considerando essa relação direta, a utilização do esqueletamento como forma de otimizar manejo e tratos culturais, bem como a produtividade, torna-se uma ferramenta importante para a obtenção de maior retorno econômico.

### 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 pluvial média no ano agrícola 2016/2017, e 23 °C e 940 mm para o ano agrícola 2017/2018 (INMET, 2019). O ensaio foi implantado em dezembro de 2005, no espaçamento de 3,5 m (entre linhas) x 0,70 m (entre plantas), correspondente a 4.082 plantas ha<sup>-1</sup>

Foram avaliadas características agronômicas de 25 cultivares de *Coffea arabica* L., desenvolvidas pelos principais programas de melhoramento genético do Brasil (TABELA 1). Dessas cultivares, 23 têm sua origem em germoplasma supostamente resistente à ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) e duas são cultivares comerciais suscetíveis (Topázio MG 1190 e Catuaí Vermelho IAC 144), consideradas como testemunhas.

Tabela 1 - Relação de cultivares de cafeeiro estudadas para as características agronômicas.

<b>Ordem</b>	<b>Cultivares</b>	<b>Instituição de origem</b>
01	Catucaí Amarelo 2 SL	PROCAFÉ
02	Catucaí Amarelo 24/137	PROCAFÉ
03	Catucaí Amarelo 20/15 cv 479	PROCAFÉ
04	Catucaí Vermelho 785/15	PROCAFÉ
05	Catucaí Vermelho 20/15 cv 476	PROCAFÉ
06	Sabiá 398	PROCAFÉ
07	Palma II	PROCAFÉ
08	Acauã	PROCAFÉ
09	Oeiras MG 6851	EPAMIG
10	Catiguá MG 1	EPAMIG
11	Sacramento MG 1	EPAMIG
12	Catiguá MG 2	EPAMIG
13	Araponga MG 1	EPAMIG
14	Paraíso MG H 419-1	EPAMIG
15	Pau Brasil MG 1	EPAMIG
16	Tupi IAC 1669-33	IAC
17	Obatã IAC 1669-20	IAC
18	Iapar 59	IAPAR
19	IPR 98	IAPAR
20	IPR 99	IAPAR
21	IPR 103	IAPAR
22	IPR 104	IAPAR
23	MGS Catiguá 3	EPAMIG
24	Topázio MG 1190	EPAMIG
25	Catucaí Vermelho IAC 144	IAC

Fonte: Do autor (2020).

### 3.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com três repetições, totalizando 75 parcelas experimentais, sendo cada parcela constituída por 12 plantas, foram consideradas como parcela útil seis plantas centrais para a avaliação das características agronômicas. O espaçamento utilizado é de 3,5 m entre linhas x 0,70 m entre plantas.

### 3.2 Instalação e condução do experimento

Em setembro de 2014, e em setembro de 2016, foi realizada poda do tipo esqueletamento, cortando-se a porção terminal dos ramos plagiotrópicos, que foram mantidos com 20 a 40 cm do tronco. Posteriormente, foi realizado o decote da haste ortotrópica a 2 metros

de altura do solo, sendo conduzida uma única brotação superior na porção terminal das plantas, após sucessivos desbastes das brotações ortotrópicas surgidas abaixo do ponto de corte.

As adubações e os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro (GUIMARÃES *et al.*, 1999). O manejo fitossanitário foi feito curativamente, por meio de produtos químicos, acompanhando a sazonalidade da ocorrência de pragas e doenças, com exceção do controle químico da ferrugem e cercosporiose para as duas cultivares suscetível.

### **3.3 Variáveis analisadas**

#### **3.3.1 Anterior ao segundo ciclo de esqueletamento**

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

#### **3.3.2 Após o segundo ciclo de esqueletamento**

- a) Vigor vegetativo: foi avaliado 7 dias antes da colheita, sendo atribuídas notas conforme escala arbitrária de 10 pontos, por três avaliadores capacitados, 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) Seguindo Petek, Sera e Fonseca (2008), a avaliação quanto a resistência à ferrugem foi realizada segundo uma escala de notas variando de 1 a 5, sendo: 1 (ausência de pústulas e reações de hipersensibilidade); 2 (poucas folhas com pústulas sem esporos e com reações de hipersensibilidade); 3 (poucas pústulas por folha com alta produção de esporos e pouco distribuídas); 4 (média quantidade de pústulas por folha, distribuídas na planta com alta produção de esporos); 5 (alta quantidade de pústulas com alta produção de esporos e alta desfolha da planta).

- c) Quanto à reação à cercosporiose: foi avaliada segundo uma escala de notas variando de 1 a 5 citado por Petek *et al.* (2006), sendo a nota 1 (correspondente a plantas que apresentam ausência de lesões); 2 (plantas com poucas lesões devido à doença); 3 (lesões espalhadas pela planta e alguns sintomas nos frutos); 4 (lesões nos frutos espalhadas pela planta e com manchas grandes e negras chegando às bordas das folhas); 5 (lesões grandes e negras espalhadas pela planta, frutos atacados e alguns ramos secos).
- d) Porcentagem de frutos chochos: no momento da colheita foi utilizada a metodologia proposta por Antunes Filho e Carvalho (1954), em que se coloca 100 frutos maduros em um recipiente com água, considerados chochos os frutos que permanecerem na superfície da água boiando. Os dados foram expressos em porcentagem.
- e) Estádios de maturação (maduros, secos e verdes): no momento da colheita foram amostrados cerca de 100 frutos e contabilizados os frutos em estágio verde, maduro e secos. Posteriormente, os dados foram convertidos para porcentagem.
- f) Produtividade: A colheita foi efetuada nas seis plantas centrais da parcela, feita a medição em litros de café colhido e estes divididos pelo número de plantas para se obter a produção média (litros planta<sup>-1</sup>). Houve extrapolação (litros de café colhidos/parcela) e depois foi realizada a conversão para sacas de 60 kg de café beneficiado ha<sup>-1</sup>, por meio do rendimento avaliado nos próprios materiais.
- g) Para o rendimento foi utilizado o método proposto por Moraes *et al.* (2013), retirando-se uma amostra de quatro litros de café no momento da colheita em cada parcela. Foi realizada a secagem das amostras até 11% de água e pesadas após seu beneficiamento. De posse do valor do peso de café beneficiado da amostra de quatro litros, da produção total em litros das plantas úteis da parcela e número de plantas por hectare, calculou-se a produtividade em sacas de 60 kg por hectare.

### 3.4 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 à poda, da seguinte forma:

- a) Comparação entre a produtividade média do primeiro biênio do ciclo “Safr zero” com a média de produtividade médio do primeiro biênio do ciclo “Safr zero”.

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

### **3.5 Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram analisados por meio do programa Genes (CRUZ, 2008), onde foram submetidos ao teste F a 5% de significância e o agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 está apresentado o resumo da análise de variância para vigor vegetativo, porcentagem de frutos chochos e estádios de maturação (verde, cereja e seco), evidenciando o efeito significativo entre os genótipos para todas as variáveis pelo teste F, ao nível de 5% de significância.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para vigor vegetativo, porcentagem de frutos chochos, estádios de maturação (Verde, Cereja, Seco) de cultivares de *Coffea arabica* L.

FV	Quadrado Médio					
	GL	Vigor	Chochos	Maturação		
				Verde	Cereja	Seco
Cultivares	24	8,08**	29,31*	15,97**	555,17**	913,78**
Bloco	2	0,09	13,61	3,49	67,47	101,69
Resíduo	48	0,73	15,31	67,47	100,28	123,02
CV(%)		14,82	51,31	51,43	20,99	30,54

\*\* significativo a 1% \*: 5%, de significância pelo teste F

Fonte: Do autor (2020).

O vigor vegetativo, porcentagem de frutos chochos e estádios de maturação estão apresentados na Tabela 3. Para vigor vegetativo houve distinção em quatro grupos, sendo que as cultivares Palma II, Catiguá MG1 e Catiguá MG2 se destacaram em relação as demais, com notas de 8,7; 8,0 e 8,7, respectivamente.

O resultado para vigor vegetativo corrobora Carvalho *et al.* (2012), pois as cultivares Catiguá MG1 e Catiguá MG2 permaneceram no grupo com maiores notas dessa característica nos quatro ambientes estudados. Já a cultivar Palma II se destacou nos municípios de Lavras e Turmalina, mostrando que há variação de adaptação às condições edafoclimáticas de cada ambiente.

Avaliando outras cultivares, Carvalho *et al.* (2012) encontraram valores de vigor para Catucaí Amarelo 24/137, Catucaí Vermelho 20/15, Araponga MG1, Paraíso MG H419-1, Tupi IAC 1669-33 e Obatã 1669-20 variando de 7,2 a 8,7. Dessa forma, a capacidade do genótipo expressar melhor seu vigor vegetativo está relacionada a adaptação com o ambiente em que são cultivados. Segundo Severino *et al.* (2002), um elevado vigor vegetativo correlaciona-se

positivamente com a adaptação do genótipo ao ambiente, refletindo em plantas menos depauperadas.

Já os genótipos Oeiras MG 6851, Sacramento MG 1, Tupi IAC 1669-33 e IPR 103 apresentaram neste estudo vigor médio, com uma amplitude de 5,3 a 5,7 pontos (TABELA 3). Os demais genótipos com valores abaixo dessa amplitude, apresentaram baixo vigor vegetativo, em função da alta carga pendente e da incidência e severidade das doenças que provocaram a desfolha das plantas. Resultados semelhantes foram encontrados por Maia (2019), evidenciando que algumas das cultivares avaliadas apresentaram um vigor médio, com uma amplitude de 6,5 a 7,5 pontos.

Tabela 3 - Médias para o vigor vegetativo (Vigor), % de frutos chochos (Chochos), % de frutos no estádio (Maduro, Verde, Seco) de 25 Cultivares de *Coffea arabica* L.

Nº	Cultivares	Vigor	Chochos	Maduro	Verde	Seco
1	Catucaí A. 2 SL	4,7 d	8,00 a	41,80 b	13,45 c	44,74 a
2	Catucaí A. 24/137	4,3 d	2,33 b	49,00 a	23,70 c	27,29 b
3	Catucaí A. 20/15 cv 479	7,0 b	4,67 b	50,11 a	27,86 b	22,02 b
4	Catucaí V. 785/15	3,3 d	12,67 a	18,90 b	2,71 c	78,38 a
5	Catucaí V. 20/15 cv 476	4,7 d	2,67 b	30,64 b	6,64 c	62,71 a
6	Sabiá 398	6,7 b	8,33 a	56,48 a	17,77 c	25,74 b
7	Palma II	8,7 a	8,33 a	42,93 b	46,82 a	10,24 b
8	Acauã	7,3 b	8,00 a	52,60 a	23,45 c	23,93 b
9	Oeiras MG 6851	5,7 c	5,00 b	61,89 a	10,26 c	27,04 b
10	Catiguá MG 1	8,0 a	10,67 a	69,32 a	16,91 c	13,76 b
11	Sacramento MG 1	6,0 c	10,33 a	49,46 a	10,38 c	40,16 a
12	Catiguá MG 2	8,7 a	10,00 a	63,75 a	14,68 c	21,57 b
13	Araponga MG 1	7,7 b	3,33 b	58,30 a	16,76 c	24,93 b
14	Paraíso MG H 419-1	7,3 b	13,33 a	61,96 a	3,65 c	34,38 b
15	Pau Brasil MG 1	6,7 b	7,33 a	51,87 a	17,49 c	30,63 b
16	Tupi IAC 1669-33	5,7 c	8,67 a	37,07 b	21,00 c	41,92 a
17	Obatã IAC 1669-20	3,3 d	5,33 b	30,61 b	13,56 c	55,82 a
18	Iapar 59	3,7 d	11,33 a	35,75 b	8,65 c	55,54 a
19	IPR 98	4,0 d	8,67 a	28,51 b	8,93 c	62,55 a
20	IPR 99	4,3 d	5,67 b	30,90 b	17,81 c	51,28 a
21	IPR 103	5,3 c	5,33 b	44,54 b	41,38 a	14,07 b
22	IPR 104	4,3 d	9,33 a	41,09 b	9,76 c	49,14 b
23	MGS Catiguá 3	7,0 b	11,33 a	66,62 a	10,85 c	22,52 b
24	Topázio MG 1190	4,7 d	6,67 b	61,81 a	5,01 c	33,17 b
25	Catuaí Vermelho IAC 144	5,3 c	3,33 b	56,81 a	9,79 c	33,39 b
Média		5,7	7,6	47,71	15,97	36,31
CV%		14,82	51,31	20,99	51,43	30,54

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

Fonte: Do autor (2020).

Para porcentagem de frutos chochos, houve a formação de dois grupos, sendo o primeiro constituído por 10 cultivares, oscilando entre 2,33 e 6,67% (TABELA 3), sendo considerados valores baixos e satisfatórios. De acordo com Carvalho *et al.* (2016), o limiar máximo aceitável é de 10% para frutos chochos, visto que grande parte das cultivares comerciais disponíveis apresentam porcentagens semelhantes desses frutos. Resultados semelhantes foram encontrados neste trabalho, sendo que o maior valor, foi de 13,33%. Segundo Ferreira *et al.* (2013), a ocorrência desse fruto é uma anomalia associada a fatores fisiológicos, ambientais e principalmente fatores genéticos.

Esse tipo de fruto tem influência direta sobre o rendimento, dado pela razão entre o peso ou litros de café da roça e pelo peso de café beneficiado, ou seja, quanto maior a quantidade de frutos chochos, menor será o rendimento.

Portanto, a grande maioria das cultivares estudadas no presente trabalho se apresentaram na faixa considerada ideal para frutos normais, visto que apenas seis cultivares das 25 apresentaram percentagem maior que 10% de grãos chochos.

O percentual de frutos chochos pode aumentar após a utilização da poda. De acordo com Matiello *et al.* (2007), esse fato pode ocorrer devido a uma maior sensibilidade das plantas às deficiências nutricionais, que podem ocorrer pela 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. Outro fator que pode resultar no chochamento e na má granação dos frutos, é a restrição de água pelas plantas, apresentando também maior sensibilidade (NASCIMENTO; SPEHAR; SANDRI, 2014).

O estágio de maturação dos frutos das cultivares foi determinado avaliando o percentual de frutos no estágio maduro, verde e seco, no momento da colheita. São características que influenciam diretamente na determinação da época de colheita. De acordo com Nogueira *et al.* (2005) a baixa uniformidade de maturação dos frutos é um dos grandes problemas detectados nas cultivares de cafeeiro. O café, por apresentar mais de uma florada, proporciona, em uma mesma planta, frutos em diferentes fases de maturação: verde, verde-cana, cereja, passa e seco.

No presente trabalho houve distinção nos estádios de maturação entre as cultivares. Ao se avaliar a porcentagem de frutos maduros observa-se a formação de dois grupos: um com 13 cultivares que apresentaram valores superiores com amplitude entre 49,0% a 66,6%, e o outro com 12 cultivares que obtiveram valores entre 18,9 % a 44,5%. Esses resultados evidenciam que neste ambiente de cultivo, as cultivares apresentam distintos estádios de maturação. Dessa forma, observa-se que algumas cultivares apresentam maturação precoce e outras mais tardias, influenciando diretamente no momento da colheita. É importante enfatizar que quanto maior a porcentagem de frutos maduros nas plantas, maior é a capacidade da cultivar para produzir cafés especiais, visto que o estágio maduro apresenta o maior potencial para qualidade da bebida.

Devido a essa característica, o ponto ideal para se efetuar a colheita é quando a maioria dos grãos estiverem no estágio cereja, que compreende o período no qual os constituintes químicos atingem teores que conferem características peculiares da maturação completa, sendo então, considerado o ponto ideal de colheita (CARVALHO; CHALFOUN, 2000).

Já para a porcentagem de frutos verdes, duas cultivares se destacaram, sendo elas: Palma II e IPR 103 com, 46,8% e 41,3% dos frutos, respectivamente. As demais cultivares apresentaram valores com amplitude entre 2,7% a 27,8%, sendo valores consideráveis para esta variável. Resultados semelhantes foram encontrados por Reis *et al.* (2018), que avaliaram as mesmas cultivares na região de Lavras, nas colheitas de 2008/2009 a 2010/2011, onde verificaram alto percentual de frutos verdes para a cultivar Palma II (52,6%) dando indícios de ser uma cultivar tardia quanto à época de maturação dos frutos. Neste mesmo trabalho identificaram o menor percentual de frutos verdes em 12 cultivares: Catucaí Amarelo 2SL, Catucaí Vermelho 785/15, Catucaí Vermelho 20/15 cv 476, Pau Brasil MG1, Tupi IAC 1669-33, Obatã IAC 1669-20, Iapar 59, IPR 98, IPR 104, Topázio MG1190, com amplitude entre 4,7 a 19,8% de frutos verdes, o que evidencia cultivares que apresentam maturação mais precoce.

Em relação a porcentagem de frutos secos, as cultivares Catucaí Vermelho 785/15, Sacramento MG1, Tupi IAC 1669-33, Obatã IAC 1669-20, Iapar 59, IPR 98 e IPR 99 apresentaram altos percentuais com valores entre 41,9% e 78,9%. Resultados semelhantes foram observados por Carvalho (2011) onde observou-se que as cultivares que obtiveram maiores percentuais de frutos secos foram as cultivares Catucaí Vermelho 785/15 e Catucaí Vermelho 20/15 cv 476.

Em termos de qualidade sensorial do café o ideal é que a colheita seja iniciada quando a porcentagem dos frutos maduros seja maior que os frutos verdes, para isso, é indicado que a quantidade de frutos verdes em relação aos maduros na planta seja inferior a 5%, porém, é tolerável quantidades de até 20%, pois maiores quantidades de frutos verdes acima do aceitável, traduzem em prejuízos na qualidade. Vale ressaltar também, que existe a porção de frutos secos, oriundos de uma florada precoce (BARTHOLO; GUIMARÃES, 1997).

Portanto, a colheita deve ser realizada na época ideal, pois o rendimento do café é influenciado pelo estágio de maturação dos frutos na colheita (PEZZOPANE, 2005). Essa tomada de decisão é importante para não prolongar a permanência dos frutos na planta e sem realizar uma colheita antecipada com alta porcentagem de frutos verdes (BORGES; JORGE; NORONHA, 2002). Com isso, são evitados os defeitos verdes que, de acordo com Teixeira *et al.* (1970) além de prejudicar a qualidade e a comercialização proporcionam também menor peso dos grãos.

Na Tabela 4 é apresentado o resumo da análise de variância para produtividade média anterior ao esqueletamento, produtividade média do primeiro biênio no sistema “Safr zero”, produtividade média do segundo biênio no sistema “Safr zero” e produtividade média dos dois

biênios no sistema “Saфра zero”, evidenciando o efeito significativo entre os genótipos para todas as variáveis pelo teste F ( $p < 0.05$ ).

Tabela 4 - 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) produtividade média dos dois biênios no sistema safra zero (PM2B) das cultivares de cafeeiro.

FV	Quadrado Médio			
	PMAE	PM1°B	PM2°B	PM2B
Cultivares	214,12*	1836,22*	421,18*	263,33*
Bloco	0,8214	5308,32	15,88	187,57
Resíduo	16,75	179,41	160,29	62,44
CV%	11,58	18,96	30,73	20,39
Média Geral	35,33	36,33	41,19	38,76

\*: significativo a 5% de significância pelo teste F.

Fonte: Do autor (2020).

Ao considerar a média de produtividade de seis safras anteriores ao manejo da poda, observa-se que as cultivares, Catucaí Amarelo 20/15 cv 479, Sabiá 398, Palma II, Pau Brasil MG 1, Obatã IAC 1669-20, IPR 99 e IPR 103 se destacaram das demais, com valores de produtividade entre 42,8 a 47,1 sacas  $ha^{-1}$  (TABELA 5).

Carvalho (2011) avaliando o comportamento de cultivares no Sul de Minas, identificou que na média dos três anos, as cultivares Sabiá Tardio, IPR 100, Palma II, Acauã, IPR 99, IPR 103, Catucaí Amarelo IAC 62, Catucaí Amarelo 20/15 cv 479 e Catucaí Amarelo 24/137 produziram significativamente mais que as demais cultivares.

Já com relação a produtividade média do primeiro biênio no sistema “Saфра zero” os valores variaram de 16,8 a 58,9 sacas  $ha^{-1}$  com média geral de 36,33 sacas  $ha^{-1}$  com a formação de dois grupos. O primeiro grupo foi composto por cinco cultivares: Catucaí Amarelo 20/15, Acauã, Catiguá MG 2, Araponga MG1, Tupi IAC 1669-33, com produtividades variando de 44,8 a 58,9 sacas  $ha^{-1}$  (TABELA 5). Esses dados de produtividade são semelhantes aos encontrados por Sousa *et al.* (2017) na safra 2016/2017 no município de Patrocínio – MG, onde as cultivares Paraíso MG H419-1, Catucaí Amarelo 24/137, Catiguá MG1, Catucaí Vermelho 10/15, Topázio MG 1190, Sacramento MG1, Acauã, Palma, 419-MG, Pau Brasil MG1, Catucaí

2 SL, Sabiá 398, Catucaí Amarelo 20/15 e Araponga MG 1, foram altamente responsivas à poda de esqueletamento, por apresentarem alta produtividade, acima de 50 sacas ha<sup>-1</sup>.

Da mesma forma, Fernandes *et al.* (2015) encontraram para as progêneses H 419-10-6-2-5-1, H 419-10-6-2-12-1 e H 419-10-6-2-10-1 altas produtividades acima de 70 sacas ha<sup>-1</sup> na primeira safra após a poda de esqueletamento, seguido pelas cultivares Palma II, Catiguá MG2, Catiguá MG1, Pau Brasil MG1 e Catucaí Amarelo 20/15 cv 479, Acauã, H 419-3-3-7-16-4-1, Sacramento MG1 e Araponga MG1, que produziram entre 42,6 e 56,5 sacas por ha<sup>-1</sup>.

Entretanto, ao considerar a média do primeiro biênio no sistema “Safr zero”, comparando com a média de produtividade antes do manejo da poda, houve um aumento de produtividade para as cultivares: Catucaí Amarelo 2 SL, Catucaí Amarelo 20/15 cv 479, Acauã, Oeiras MG 6851, Catiguá MG 2, Araponga MG 1, Paraíso MG H419-1, Tupi IAC 1669-33, Iapar 59, IPR 98 e IPR 104 com razões acima de 100%, entre 105% e 193% (TABELA 5).

Tabela 5 - 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%) das cultivares de cafeeiro. (continua)

	<b>Cultivares</b>	<b>PMAE</b>	<b>PM1°B</b>	<b>R1%</b>	<b>PM2°B</b>	<b>R2 %</b>	<b>PM2B</b>	<b>R3 %</b>
1	Catucaí A. 2 SL	31.34 c	36.16 b	115	27.64 b	76	31,90 b	101
2	Catucaí A 24/137	40.59 b	33.70 b	83	46.06 a	136	39,90 a	98
3	Catucaí A. 20/15 cv 479	44.49 a	52.07 a	117	54.99 a	105	53,53 a	120
4	Catucaí V. 785/15	18.44 d	16.80 b	91	25.23 b	150	21,00 b	120
5	Catucaí V. 20/15 cv 476	22.78 d	24.94 b	109	29.05 b	116	27,00 b	118
6	Sabiá 398	42.24 a	33.04 b	78	40.68 a	123	36,86 b	87
7	Palma II	47.14 a	40.63 b	86	62.93 a	154	51,80 a	109
8	Acauã	34.80 b	58.96 a	169	38.97 a	66	49,00 a	140
9	Oeiras MG 6851	33.14 b	34.95 b	105	40.11 a	114	37,53 b	113
10	Catiguá MG 1	36.95 b	34.30 b	92	58.68 a	171	46,46 a	125
11	Sacramento MG 1	26.55 c	23.34 b	87	32.59 b	139	28,00 b	105
12	Catiguá MG 2	40.05 b	52.87 a	132	52.44 a	99	52,20 a	130

Tabela 5 - 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%) das cultivares de cafeeiro. (conclusão)

	<b>Cultivares</b>	<b>PMAE</b>	<b>PM1°B</b>	<b>R1%</b>	<b>PM2°B</b>	<b>R2 %</b>	<b>PM2B</b>	<b>R3 %</b>
13	Araponga MG 1	34.26 b	44.84 a	130	41.67 a	92	45,06 a	131
14	Paraíso MG H 419-1	30.61 c	38.81 b	126	44.93 a	115	41,86 a	136
15	Pau Brasil MG 1	43.51 a	37.46 b	86	49.32 a	131	43,40 a	99
16	Tupi IAC 1669-33	38.65 b	52.54 a	135	48.05 a	91	50,26 a	130
17	Obatã IAC 1669-20	45.08 a	28.11 b	62	44.79 a	159	36,43 b	80
18	Iapar 59	26.05 c	34.31 b	131	28.48 b	83	31,36 b	120
19	IPR 98	24.76 c	30.26 b	122	29.90 b	98	30,10 b	121
20	IPR 99	45.73 a	35.74 b	78	33.31 b	93	34,53 b	75
21	IPR 103	46.16 a	36.11 b	78	55.41 a	153	45,73 a	99
22	IPR 104	20.36 d	39.46 b	193	28.06 b	71	33,80 b	166
23	MGS Catiguá 3	36.26 b	27.86 b	76	55.98 a	200	41,93 a	115
24	Topázio MG 1190	36.84 b	34.85 b	96	41.67 a	119	38,26 b	103
25	Catuaí V. IAC 144	36.58 b	23.38 b	63	18.85 b	80	21,13 b	57
	<b>Média</b>	35,33	36,33	105	26,45	117	38,76	111
	<b>CV%</b>	11,58	24,67	-	31,17	-	20,39	-

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

Fonte: Do autor (2020).

Com relação à produtividade média das cultivares avaliadas no segundo ciclo de poda houve formação de dois grupos: o grupo superior foi formado por 16 cultivares, sendo elas: Catuaí Amarelo 24/137, Catuaí Amarelo 20/15 cv 479, Sabiá 398, Palma II, Acauã, Oeiras MG 6851, Catiguá MG 1, Catiguá MG 2, Araponga MG 1, Paraíso MG H419-1, Pau Brasil MG 1, Tupi IAC 1669-33, Obatã IAC 1669-20, IPR 103, MGS Catiguá 3, Topázio MG 1190 e foram as mais produtivas com produtividade que variou de 38,9 a 62,9 sc ha<sup>-1</sup> (TABELA 5).

Comparando a produtividade média obtida no segundo ciclo com a média observada no primeiro ciclo no sistema “Safra Zero”, as cultivares Catuaí A. 24/137, Catuaí Amarelo 20/15, Catuaí Vermelho 785/15, Catuaí Vermelho 20/15 cv 476, Sabiá 398, Palma II, Oeiras

MG 6851, Catiguá MG1, Sacramento MG1, Paraíso MG H419-1 e Pau Brasil MG1, Obatã IAC 1669-33, IPR 103, MGS Catiguá 3, Topázio MG 1190 apresentaram razão entre 105% e 200%, evidenciando serem mais adaptadas e responsivas aos ciclos de esqueletamento, com estabilidade na produtividade (TABELA 5). Já Maia *et al.* (2019) avaliando o comportamento de progênies dos grupos Catucaí e oriundas do cruzamento entre Catucaí com Híbrido de Timor antes e depois do sistema “Safr Zero”, destacam 10 genótipos que apresentaram maiores produtividades, variando de 27,0 a 37,8 sacas ha<sup>-1</sup> no segundo biênio da poda e destacando os genótipos H516-2-1-1-18-1-2 e H516-2-1-1-18-1-4, que apresentaram uma razão de 127% e 100% respectivamente, quando comparou a média do segundo com a do primeiro biênio.

As demais cultivares apresentaram médias do segundo biênio após a poda no sistema “Safr Zero” inferiores à média do primeiro ciclo, evidenciando diminuição na produtividade, não sendo responsivas à poda no segundo ciclo. Desta forma é importante enfatizar que nem todas as cultivares são responsivas a este tipo de manejo. Estes resultados corroboram outros autores que afirmam que algumas cultivares não apresentam ganho de produtividade com o uso do sistema safr zero, mas, a poda traz outros aspectos importantes, como exemplo, a diminuição dos custos com a mão de obra (SILVA *et al.*, 2016; JAPIASSÚ *et al.*, 2010). De acordo com Nadaleti *et al.* (2018), é importante considerar que este sistema de poda, elimina os custos de mão-de-obra com colheita em anos alternados, o resultado dessa prática tem grande participação no custo final da saca de café beneficiado.

Já ao considerar a média dos dois biênios de produção no sistema “Safr Zero” houve diferença entre as cultivares com a formação de dois grupos. O grupo superior foi composto por 13 cultivares: Catucaí Amarelo 24/137, Catucaí Amarelo 20/15 cv 479, Palma II, Acauã, Oeiras MG 6851, Catiguá MG 1, Catiguá MG 2, Sacramento MG 1, Araponga MG 1, Paraíso MG H419-11, Tupi IAC 1669-33, Iapar 59, IPR 98, IPR 104, MGS Catiguá 3 e Topázio MG 1190 com a produtividade média variando entre 39,9 e 53,5 sacas ha<sup>-1</sup> dentre estes, se destacaram as cultivares Catucaí Amarelo 20/15, Palma II, Catiguá MG 2 e Tupi IAC 1669-33, com produção de 53,5, 51,8, 52,2 e 50,2 sc ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Semelhantemente, Silva *et al.* (2015) ao avaliarem a recuperação de cultivares após a poda no município de Campos Altos - MG, observaram que as cultivares MGS Catiguá 3, Topázio MG1190, Paraíso MG H419-1 e Sabiá 398 foram as mais responsivas à poda, com produtividade de 122,7; 113; 108 e 115 sc.ha<sup>-1</sup> na soma de duas safras no sistema “Safr zero”.

Ao se comparar a produtividade média dos dois biênios no sistema “Safr zero” com a média de produtividade de seis safras anteriores a primeira poda, 18 cultivares se destacaram,

a Catucaí A. 2 SL, Catucaí A. 20/15 cv 479, Catucaí V. 785/15, Catucaí V. 20/15 cv 476, Palma II, Acauã, Oeiras MG 6851, Catiguá MG 1, Sacramento MG 1, Catiguá MG 2, Araponga MG1, Paraíso, Tupi IAC 1669-33, Iapar 59, IPR 59, IPR 104, MGS Catiguá 3, Topázio MG 1190, apresentando razão maior que 100%, evidenciando que esses materiais são responsivos à poda. Resultados semelhantes foram apresentados por Maia *et al.* (2019) em genótipos, fazendo essa mesma comparação encontraram razão maior que 100% para os genótipos H516-2-1-1-18-1-4, H419-3-4-5-2-1-4 e H419-3-4-5-2-1-5.

Houve distinção entre as cultivares de *Coffea arabica* L. quanto a intensidade das doenças de ferrugem e cercosporiose. Para a incidência da ferrugem foram formados três grupos, com destaque para as cultivares Catucaí Amarelo 24/137, Catucaí Amarelo 20/15 cv 479, Catucaí Vermelho 785/15, Oeiras MG6851, IPR 103 que apresentaram maior intensidade de ferrugem com valores próximos das testemunhas e também ao fungo da cercosporiose. Já a Catucaí Vermelho 20/15 cv 476, Catucaí Amarelo 2 SL, apresentaram maior intensidade somente para a ferrugem. Embora estas cultivares sejam consideradas resistentes a ferrugem, o patógeno causador da doença apresenta grande variabilidade genética (TABELA 6).

Tabela 6 – Incidência de doenças ferrugem e cercospora em 25 cultivares de *Coffea arabica* L.

Cultivares	Ferrugem	Cercosporiose
Catucaí Amarelo 2 SL	4,74 a	3,38 b
Catucaí Amarelo 24/137	4,85 a	3,78 a
Catucaí Amarelo 20/15 cv 479	3,95 a	3,75 a
Catucaí Vermelho 785/15	4,67 a	3,81 a
Catucaí Vermelho 20/15 cv 476	4,90 a	3,35 b
Sabiá 398	2,95 b	3,30 b
Palma II	1,03 c	3,26 b
Acauã	1,20 c	3,93 a
Oeiras MG 6851	4,53 a	3,79 a
Catiguá MG 1	1,80 c	3,24 b
Sacramento MG 1	1,17 c	3,27 b
Catiguá MG 2	1,00 c	3,28 b
Araponga MG 1	2,77 b	3,43 b
Paraíso MG H419-1	1,30 c	2,93 b
Pau Brasil MG 1	2,49 b	4,34 a
Tupi IAC 1669-33	1,05 c	4,40 a
Obatã IAC 1669-20	1,78 c	4,37 a
Iapar 59	1,08 c	4,04 a
IPR 98	1,37 c	4,81 a
IPR 99	1,18 c	4,37 a
IPR 103	4,97 a	4,57 a
IPR 104	1,60 c	4,02 a
MGS Catiguá 3	2,99 b	2,85 b
Topázio MG 1190	5,00 a	3,00 b
Catucaí Vermelho IAC 144	5,00 a	3,05 b
CV%	19,44	16,03

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância. Fonte:

Do autor (2020).

Já Carvalho (2011) avaliando o comportamento de cultivares resistentes a ferrugem concluiu que as cultivares Catiguá MG1, Sacramento MG1, Araponga MG1, Paraíso MG H419-1 e MGS Catiguá 3 apresentam resistência à ferrugem, com destaque para a cultivar Catiguá MG2, que apresentou imunidade ao patógeno da ferrugem.

De acordo com Capucho *et al.* (2007), as cultivares do grupo Catucai, portadoras somente do gene SH<sub>5</sub>, são suscetíveis à doença. Assim, algum gene de resistência das cultivares

“Catucaí” (“Icatu” x “Catuaí”), diferente do SH<sub>5</sub>, foi completamente quebrado por alguma raça de *Hemileia vastratrix* (SERA *et al.*, 2010). A resistência encontrada no “Catucaí”, é proveniente do “Icatu”, pois, diferentes níveis de resistência incompleta têm sido frequentemente detectados em plantas do germoplasma Icatu (ESKES; CARVALHO, 1983; ESKES; COSTA, 1983; ESKES *et al.*, 1990). Isso vai ao encontro com os resultados apresentados neste trabalho, que identificou alta incidência da ferrugem para todas as cultivares do grupo Catucaí.

Eskes *et al.* (1990) relataram que a resistência completa é promovida pelos fatores SH quando estão em condição homozigótica e são específicos para raças, porém, quando alguns SH são quebrados, pode ocorrer a resistência incompleta ou parcial de cafeeiros. Também foi observada a resistência incompleta devido à presença de outros genes em plantas do “Icatu” e “Híbrido de Timor”, além dos genes SH conhecidos.

A menor intensidade de cercosporiose e ferrugem foram observadas nas cultivares Palma II, Catiguá MG1, Sacramento MG1, Catiguá MG2 e Paraíso MG H419-1. Carvalho (2011) observou menor intensidade nas cultivares Catiguá MG1, Sacramento MG1, Araçuaia MG1, Paraíso MG H419-1, Pau Brasil MG1 e MGS Catiguá 3, ao se mostrarem tolerantes ao patógeno da ferrugem, ou seja, apresentaram incidência e, principalmente, severidade, em índices intermediários. Esse resultado é importante, comprovando até o momento, a tolerância dessas cultivares à ferrugem e, possibilitando, sua indicação como uma alternativa no controle dessa doença.

De acordo com Abreu (1978) uma menor severidade é um aspecto que pode indicar resistência horizontal. Segundo Ribeiro, Bergamim e Carvalho (1981), em condições naturais de epidemia, o componente que melhor discrimina níveis de resistência horizontal é a severidade.

Já para Botelho *et al.* (2010), a incidência intermediária de ferrugem de uma progênie é importante, considerando-se que não é possível selecionar progênie com resistência horizontal em progênies que não apresentam incidência da doença, pois provavelmente apresentam resistência do tipo vertical ou específico, que impede a manifestação da resistência horizontal.

Vale a pena ressaltar a cultivar Catiguá MG2, foi a que apresentou menor valor de intensidade da ferrugem-do-cafeeiro, isto demonstra que essa cultivar possui grau de resistência ao fungo causador da doença. Esse resultado também corrobora Carvalho (2011), que identificou resultados semelhantes nos quatro locais e anos de avaliação, onde foi constatado índice próximo de zero.

Esse resultado é fundamental numa possível indicação dessa cultivar em áreas de difícil manejo, onde existem limitações no uso de equipamentos e maquinários, como exemplo, em regiões montanhosas onde o controle químico da ferrugem é mais complexo. Neste caso, o uso de cultivares resistentes à ferrugem possibilitará maior ganho econômico para o produtor no controle da doença.

## **5 CONCLUSÕES**

A cultivar Catucaí Amarelo 20/15 cv 479 apresenta alta produtividade em sistema convencional e em sistema “Safr zero” e boa porcentagem de maturação dos frutos no momento da colheita. Contudo, é necessário o controle da ferrugem e cercosporiose.

As cultivares Palma II, Pau Brasil MG 1 e IPR 103 são altamente produtivas e apresentam recuperação após a poda do tipo esqueletamento, com destaque para Palma II que apresentou resistência a doença da ferrugem e valores médios para cercosporiose, sendo essa a mais indicada para plantios em regiões de montanha.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, M. S. de. **Resistência horizontal a *Hemileia vastatrix* Berk. & Br em cafeeiros descendentes do Híbrido de Timor**. 1978. 85 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG., 1978.
- 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.
- ALVARENGA, A. de P. **Produção e outras características de progênies de café Icatu (*Coffea spp*)**. 1991. 75 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.
- ABIC. Associação Brasileira da Indústria de Café. **Exportação de café em 2018 sobe 10,8%. 2019**. Disponível em: <http://abic.com.br/exportacao-de-cafe-em-2018-sobe-108/>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5th Edition. London, New York: Academic Press, 2005.
- ALMEIDA, S. R. de; MATIELLO, J. B.; FERREIRA, R. A. Bom potencial de novos germoplasmas de café com resistência a ferrugem do cafeeiro no Sul de Minas Gerais. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 25, 1999, Franca. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC, 1999. p.180-181.
- 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.
- BOTELHO, D. M. dos S. *et al.* Cercosporiosis resistance in coffee germplasm collection. **Euphytica**, [S.L.], v. 213, n. 6, p. 117, 2017.
- BOTELHO, C. E. *et al.* Seleção de progênies F4 de cafeeiro obtidas pelo cruzamento de Icatu com Catimor. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 57, p. 274-281, 2010b.
- BEDENDO, I. P. Ferrugens. *In*: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de fitopatologia: princípio e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p. 872-880.
- 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.
- 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.
- 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.

CARVALHO, C. H. S. de. **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa, 2008. 334 p.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira Café Safra 2019, quarto levantamento**. Brasília, 2019. Disponível em: [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br) Acesso em: 20 dez. 2019.

CAPUCHO, A. S. *et al.* Avaliação da resistência de cultivares de café à raça II de *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. *In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5.*, 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Embrapa Café, 2007. 1 CD-ROM.

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

CARVALHO, V. D. de; CHALFOUN, S. M. **Colheita e preparo de café**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 36 p.

CARVALHO, V. L. de; CHALFOUN, S. M.; CUNHA, R. L. da. Manejo de doenças do cafeeiro. *In: Reis, P. R.; Cunha, R. L. **Café Arábica do plantio à colheita***. Lavras: U.R. EPAMIG SM, 2010. v. 1. p. 689-756.

CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E.; RESENDE, J. C.; FERREIRA, A. D. Behavior of F4 progenies of arabica coffee trees, before and after skeleton pruning. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 33-42, jan./mar. 2013.

CARVALHO, A. M. **Desempenho agrônômico de cultivares de cafeeiro resistentes a ferrugem**. 2011. 90 p. Tese (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, Lavras, MG, 2011.

CARVALHO, J. P. F. **Seleção de progênies de cafeeiro oriundas da hibridação de cultivares Catuaí com germoplasma Icatu e Híbrido de Timor**. 2014. 83 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

CARVALHO, A. Novas variedades mais produtivas. **Agricultura hoje**, São Paulo, v. 6, n. 68, p. 32-34, mar. 1981.

CARVALHO, A. M. *et al.* Agronomic performance of rust-resistant coffee cultivars in the State of Minas Gerais, Brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 481-487, 2012.

CARVALHO, A. Evolução nas cultivares de café. **O Agrônomo**, Campinas, V. 37, n. 1, P. 7-11, jan/abr. 1985.

CARVALHO, A. M. de *et al.* Seleção de progênies de cafeeiros do grupo Catuaí. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 244–254, 2016.

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.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética estatística. Versão para Windows. Viçosa: UFV, 2008.

EPAMIG. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **Araoponga MG 1**: cultivares de café resistentes à ferrugem. Belo Horizonte, 2004a. Folder.

\_\_\_\_\_. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **Catiguá MG 1**: Cultivares de café EPAMIG. Belo Horizonte, 2016. Folder.

\_\_\_\_\_. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **Catiguá 2**: cultivares de café EPAMIG. Belo Horizonte, 2016. Folder.

\_\_\_\_\_. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **MGS Catiguá 3**: cultivares de café EPAMIG. Belo Horizonte, 2016. Folder.

\_\_\_\_\_. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **MGS Paraíso 2**: cultivares de café EPAMIG. Belo Horizonte, 2016. Folder.

\_\_\_\_\_. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **Pau Brasil MG 1**: cultivares de café EPAMIG. Belo Horizonte, 2016. Folder.

\_\_\_\_\_. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **Sacramento MG 1**: cultivares de café resistentes à ferrugem. Belo Horizonte, 2004a. Folder.

\_\_\_\_\_. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **MGS Aranãs**: cultivares de café EPAMIG. Belo Horizonte, 2016. Folder.

\_\_\_\_\_. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **Paraíso MG H419-1** cultivares de café EPAMIG. Belo Horizonte, 2016. Folder.

ESKES, A. B. *et al.* Race-specificity and inheritance of incomplete resistance coffee leaf rust in some Icatu coffee progenies and derivatives of Híbrido de Timor. **Euphytica**, Wageningen, v. 47, n. 1, p. 11-19, Apr. 1990.

ESKES, A. B.; CARVALHO, A. Variation for incomplete resistance to *Hemileia vastatrix* in *Coffea arabica*. **Euphytica**, Wageningen, v. 32, n. 2, p. 625-637, June 1983.

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

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

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.* Cultivares de Café Arabica de porte alto. In: CARVALHO, C.H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. p. 227- 254.

FERNANDES, et. al. Resposta ao esqueletamento de cultivares de café com resistência a ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS. [s.n.], 2015. [s.l], **Anais...** [s.l], 2015.

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

FERREIRA, A. D. *et al.* Desempenho agrônômico 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.

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**. **Agrônômica Ceres**, São Paulo, v. 2, p. 184-200, 1997.

GARCIA, A.; RODRIGUES, A. N. A.; COSTA, J. N. M. **Ocorrência das principais doenças causadas por fungos em cafeeiros de Rondônia**, 2000. 34 p. Circular Técnica, 51.

GUIMARÃES, P. T. G. *et al.* (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 289-302. 359 p.

INMET. Instituto Nacional De Meteorologia. **BDMEP dados históricos**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 08 jan. 2020.

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.

KOHLHEPP, G. *et al.* **Colonização agrária no Norte do Paraná: processos geoeconômicos e sociogeográficos de desenvolvimento de uma zona subtropical do Brasil sob a influência da plantação de café**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá-EDUEM, 2014. 310 p.

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.

MAIA, P. L. *et al.* Resposta ao esqueletamento de genótipos de cafeeiro arábica em dois ciclos de sistema “safra zero”. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10. 2013, Vitória. **Anais...** . Vitória: Embrapa, 2019. p. 1-4.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Café no Brasil**. 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acesso em: 05 jan. 2020.

- 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. *et al.* Influência do ciclo bienal no custo de produção de café: comparativo em lavouras de arábicas e robusta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 29., 2003, Araxá. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA, 2003. p. 24-25.
- MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. **A ferrugem do cafeeiro no Brasil e seu controle**. Varginha: Fundação PROCAFÉ, 2006. 98 p.
- MESQUITA, C. M. *et al.* **Manual do café: distúrbios fisiológicos, pragas e doenças do cafeeiro** (*Coffea arabica* L.). Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 62 p.
- MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Genética e melhoramento do cafeeiro**. Lavras: UFLA, 1998. 99 p.
- NOGUEIRA, A. M. *et al.* Avaliação da maturação dos frutos de linhagens das cultivares Catuaí Amarelo e Catuaí Vermelho (*Coffea arabica* L.) plantadas individualmente e em combinações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 18-26, jan./fev. 2005.
- NADALETI, D. H. S. *et al.* Productivity and sensory quality of arabica coffee in response to pruning type “esqueletamento”. **Journal of Agricultural Science**, [s.l.], v. 10, n. 6, mai. 2018.
- 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.
- 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 mudas de cafeeiro. **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 78, n. 2, p. 241-249, 2011.
- PATRICIO, F. R. A.; BRAGHINI, M. T.; FAZUOLI, L. C.. Resistencia de plantas de *Coffea arabica*, *Coffea canephora* e híbridos interespecificos a cercosporiose. **Bragantia**, [s.l.], v. 69, n. 4, 2010.
- PEREIRA, A. A. *et al.* Cultivares: Origem e suas características. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Ed.). **Café arábica do plantio a colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. p. 163-222.
- PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B. Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arabica*. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 169-181, 2008.
- 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. *et al.* **Influências ambientais e de variabilidade genética no rendimento intrínseco do café.** *Bragantia*, Campinas, v. 64, n. 1, 2005.

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.

REZENDE, R. M. *et al.* Progresso da ferrugem e cercosporiose do cafeeiro em progênies obtidas do cruzamento entre Híbrido de Timor e Catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. Poços de Caldas, 2011. **Resumos...** Poços de Caldas, n. 37, 2011.

REIS, E. A. C. **Caracterização de cultivares de cafeeiros resistentes à ferrugem submetidas à poda tipo esqueletamento.** 2016. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

RIBEIRO, I. J. A.; BERGAMIM FILHO, A.; CARVALHO, P. C. T. Avaliação da resistência horizontal a *Hemileia vastatrix* Berk et Br. em cultivares de *Coffea arabica* L. em condições naturais de epidemia. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 7, n. 1/2, p. 80-95, abr./jun. 1981.

SILVA, V. A. *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.

SCHIEBER, E.; ZENTMYER, G.A. Coffee Rust in the Western Hemisphere, **Plant Disease**, v. 68, 89-93, 1984.

SERA, G. H. *et al.* Resistência à ferrugem alaranjada em cultivares de café. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, p. 59-66, jan./abr. 2010.

SOUSA N. B.T. *et al.* Resposta a poda tipo esqueletamento em cultivares de café arábica como alternativa para a recuperação da produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. Poços de Caldas, 2017. 43., **Anais...** Fundação Procafé, Poços de caldas, 2017.

SOUZA, A. G. C. *et al.* A time series analysis of brown eye spot progress in conventional and organic coffee production systems. **Plant Pathology**, [s.l.], v. 64, n.1, p.157-166, 2015.

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.

SILVA, M. C. *et al.* Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease, **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, 119-147. 2006.

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.

TEIXEIRA, A. A. *et al.* A influência de grãos verdes com ligas com cafés de bebida mole. **Boletim Técnico do IBC**, [s.l.], 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).

VARZEA, 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: UFV, 2002. p. 297-320.

VALE, P. A. S. **Caracterização de cercospora coffeicola por filogenia molecular multigênica.** 2016. 65 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Biotecnologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2016.

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.; 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: **Doenças das plantas cultivadas.** 4. ed. São Paulo: Ceres, 2005. v. 2. p.165-180.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. Estratégias múltiplas no manejo integrado de doenças do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 137-153, jan./fev. 2003.

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