



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE CAFEEIRO
À *Hemileia vastatrix* E À *Cercospora coffeicola*

JOSÉ AUGUSTO PEREIRA MADEIRA

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

JOSÉ AUGUSTO PEREIRA MADEIRA

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE CAFEEIRO
À *Hemileia vastatrix* E À *Cercospora coffeicola*

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Fitopatologia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Fernando Cezar Juliatti

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

JOSÉ AUGUSTO PEREIRA MADEIRA

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE CAFEEIRO
À *Hemileia vastatrix* E À *Cercospora coffeicola*

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Fitopatologia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 07 de março de 2016.

Prof. Dr. Fernando Cezar Juliatti	UFU
Dra. Adriana de Andrade Figueiró	UFU
Profa. Dra. Juliana Araújo Santos Martins	IFTM
Dr. Jefferson Gitirana Neto	SIPP CAFÉ

Prof. Dr. Fernando Cezar Juliatti
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

M181r
2016 Madeira, José Augusto Pereira, 1985
 Reação de genótipos de cafeeiro à *Hemileia vastatrix* e à *Cercospora coffeicola* / José Augusto Pereira Madeira. - 2016.
 51 f.

 Orientador: Fernando Cezar Juliatti.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
 Inclui bibliografia.

 1. Agronomia - Teses. 2. Café - Ferrugem - Teses. 3. Café -
Resistência a doenças e pragas - Teses. 4. - Teses. I. Juliatti, Fernando
Cezar, 1957- . II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-
Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

Oração da Serenidade

Deus,

*Conceda-me a serenidade
Para aceitar aquilo que não posso mudar,
A coragem para mudar o que me for possível
E a sabedoria para saber discernir entre as duas.
Vivendo um dia de cada vez,
Apreciando um momento de cada vez,
Recebendo as dificuldades como um caminho para a paz,
Aceitando este mundo cheio de pecados como ele é, assim como fez Jesus,
e não como gostaria que ele fosse;
Confiando que o Senhor fará tudo dar certo
Se eu me entregar à Sua vontade;
Pois assim poderei ser razoavelmente feliz nesta vida
E supremamente feliz ao Seu lado na outra. Amém.*

Reinhold Niebuhr

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela minha existência e pela força dada para lutarmos dia a dia;
Aos meus pais, pelo apoio e dedicação de uma vida inteira aos filhos;
Aos meus irmãos, pela companhia e amizade;
À minha esposa, Poliana, pela amizade e parceria que me fazem tão feliz, pelo enorme coração e amor dedicado à nossa família;
Ao meu filho, Pedro Albino, que me mostrou como o amor não tem tamanho, me transformou como pessoa e como espírito e realizou um sonho de nossas vidas;
À Universidade Federal de Uberlândia, pela infraestrutura e desenvolvimento da Pós-Graduação em Agronomia;
Ao meu orientador, Fernando Cezar Juliatti, pelo apoio e orientação;
Aos amigos que de diversas formas me ajudaram e apoiaram;
Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Fernando Cezar Juliatti, Dra. Adriana de Andrade Figueiró, Profa. Dra. Juliana Araújo Santos Martins e Prof. Dr. Jefferson Gitirana Neto, pelos ensinamentos e orientações;
Ao técnico Roberto Resende, pelo apoio;
Aos amigos do Programa de Pós-Graduação da UFU, pelos quais tenho enorme carinho;
A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 O cafeeiro	3
2.2 Ferrugem do cafeeiro	3
2.2.1 Sintomas e fatores	3
2.2.2 Formas de controle à ferrugem	6
2.2.3 Resistência à ferrugem	7
2.2.4 Dados mais recentes sobre o fungo <i>Hemileia vastatrix</i>	8
2.3 Cercosporiose do cafeeiro	9
2.3.1 Sintomas e fatores	9
2.3.2 Formas de controle à cercosporiose	11
2.3.3 Resistência à cercosporiose	11
2.4 Sistema de plantio adensado	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Condução do experimento	17
3.2 Genótipos avaliados	19
3.2.1 Descrição dos cruzamentos dos genótipos avaliados	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS	30
ANEXO A	30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Genótipos utilizados no experimento. Uberlândia, 2014.....	19
TABELA 2. Dados da AACPD em relação à ferrugem. Uberlândia, 2015.....	23
TABELA 3. Dados da AACPD para <i>C. coffeicola</i> . Uberlândia, 2015.....	25
TABELA 4. Diferentes genótipos de <i>Coffea</i> spp. em relação a produtividade. Uberlândia, 2014.....	26
TABELA 5. Análise de variância resumida de diferentes genótipos de <i>Coffea</i> spp. em função do tempo, avaliando a área abaixo da curva de progresso da doença de <i>Hemileia vastatrix</i> . Uberlândia, 2014.....	34
TABELA 6. Análise de variância resumida de diferentes genótipos de <i>Coffea</i> spp. em função do tempo, avaliando a área abaixo da curva de progresso da doença de <i>C coffeicola</i> . Uberlândia, 2014.....	34
TABELA 7. Resumo da análise de variância de diferentes genótipos de <i>Coffea</i> spp. em função do tempo, em relação a produtividade. Uberlândia, 2014.....	34

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Espaçamento do sistema de plantio adensado (ANDROCIOLI FILHO, 2002). Uberlândia, 2015.....	14
FIGURA 2. Média aritmética das 22 avaliações de incidência de ferrugem nos genótipos estudados. Uberlândia, 2015.....	22
FIGURA 3. Média aritmética das 22 avaliações de incidência de <i>C. coffeicola</i> nos genótipos estudados. Uberlândia, 2015.....	24
FIGURA 4. Escala diagramática para avaliação de severidade da cercosporiose do cafeeiro. Uberlândia, 2015.....	35
FIGURA 5. Escala diagramática para avaliação de severidade da ferrugem do cafeeiro. Uberlândia, 2015.....	36
FIGURA 6. Fotos dos genótipos avaliados. Uberlândia, 2015.....	37

MADEIRA, José Augusto Pereira. **Reação de genótipos de cafeeiro à *Hemileia vastatrix* e à *Cercospora coffeicola***. 2016. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

RESUMO

O cafeeiro foi implantado no Brasil inicialmente no Pará por volta de 1727. Duas doenças se destacam na cultura do cafeeiro no País. Uma é a ferrugem, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* e responsável por prejuízos da ordem de 50% na produção. A outra é a cercosporiose, causada pelo fungo *Cercospora coffeicola* e presente de forma endêmica em todas as lavouras cafeeiras, constituindo-se em uma doença de importância econômica e responsável por prejuízos tanto na fase de viveiro como na fase de campo. A disponibilização de cultivares resistentes a essas doenças tem sido um constante desafio para os melhoristas. Os programas de pesquisa têm um papel importante na busca por novos genótipos resistentes e/ou tolerantes, visto que, ao longo do tempo, as plantas podem se tornar suscetíveis a novas raças dos patógenos, que podem apresentar elevada variabilidade genética. O objetivo deste estudo foi avaliar a incidência e a severidade das doenças e a resistência de diferentes genótipos de cafeeiro aos patógenos *H. vastatrix* e *C. coffeicola*, bem como a produtividade desses genótipos, no sistema de plantio adensado. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com doze genótipos (tratamentos) e duas repetições (blocos). Os dados foram analisados pelo programa SISVAR[®] e submetidos aos testes de Scott-Knott e de Tukey a 5% de probabilidade. Foram avaliadas as incidências de cercosporiose e ferrugem, bem como a porcentagem de severidade das doenças. A partir das médias obtidas, foi calculada a área abaixo da curva de progresso de ambas as doenças. Em relação à ferrugem, os genótipos mais resistentes foram H586-6, IBC 12, H556-7 e H567-6. Em relação à cercosporiose e à produtividade, não houve diferença estatística entre os genótipos. O sistema de plantio adensado não prejudicou o desenvolvimento das plantas, mas favoreceu a evolução das doenças em razão do microclima criado.

Palavras-chave: cafeeiro, genótipos, resistência.

MADEIRA, José Augusto Pereira. **Reaction of coffee genotypes to *Hemileia vastatrix* and *Cercospora coffeicola***. 2016. 51 f. Dissertation (Master's Degree in Agronomy/Phytopathology) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia.

ABSTRACT

Coffee plants were introduced in Brazil in the Northern State of Para around 1727. Two major diseases have affected coffee trees in the country. One is rust, caused by fungus *Hemileia vastatrix* and accountable for production losses up to 50%. The other one is Cercospora leaf spot, caused by fungus *Cercospora coffeicola* endemic to all Brazilian coffee farms and, therefore, economically critical due to production losses both in the plant nursery and in the field. Availability of resistant varieties has been a constant challenge for breeders. Research programs play an important role in the search for new resistant and/or tolerant genotypes, since over time plants can become susceptible to new, genetically variable races of pathogens. This study aimed to evaluate the incidence and severity of such diseases, the resistance of different coffee genotypes to *H. vastatrix* and *C. coffeicola* pathogens, as well as the productivity of said genotypes in dense planting system. The experimental design consisted of randomized blocks, with twelve genotypes (treatments) and two replications (blocks). SISVAR® program was used to analyze data and compare them building on Scott-Knott test and Tukey's test with a probability of 5%. Disease incidence and severity percentage were assessed for both Cercospora leaf spot and rust. Means were used to calculate the area under the disease progress curve (AUDPC) of both diseases. As to rust, the most resistant genotypes were H586-6, IBC 12, and H556-7 H567-6. As to Cercospora leaf spot and productivity, no statistical differences were found across genotypes. The dense planting system did not impair plant development, but favored disease evolution given the microclimate it produces.

Keywords: coffee, genotypes, resistance.

INTRODUÇÃO

O centro de origem do cafeeiro *Coffea arabica* L. foi o sudoeste do território atualmente conhecido como Etiópia, ao passo que o cafeeiro *Coffea canephora* L. teve sua origem no território que se estende da atual Libéria até o Sudão e na região do Rio Congo. Historicamente, as primeiras mudas de café foram trazidas para o Brasil da Guiana Francesa por volta de 1727 pelo padre Francisco de Mello Palheta. Essas mudas foram plantadas no território do atual Estado do Pará (SOUZA *et al.* 2013).

O gênero *Coffea* apresenta mais de cem espécies; porém, cultivam-se apenas as espécies *C. arabica* e *C. canephora*, que são as de maior importância econômica, embora outras espécies sejam valiosas para o melhoramento genético. A espécie *C. arabica* é a mais comercializada no mundo por apresentar uma bebida de qualidade superior (SOUZA *et al.* 2013). No Brasil, a produção de café arábica em 2015 foi de 45,34 milhões de sacas, o correspondente a 74,2% da produção (CONAB, 2015).

As principais doenças da cultura do cafeeiro são: ferrugem alaranjada, cercosporiose, mancha de Phoma, seca dos ponteiros, mancha angular e mancha de *Ascochyta*. Dentre elas, a principal é a ferrugem, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* (Berk & Brook). Essa doença leva a uma seca progressiva dos ramos, o que reduz a vida útil da lavoura, tornando-a antieconômica. Nas condições brasileiras, a ferrugem causa prejuízos da ordem de 35 a 50% na produção dos cafeeiros (COSTA *et al.*, 2007).

No Brasil, a ferrugem atinge todas as regiões cafeeiras, e quase todas as variedades de café cultivadas são suscetíveis a essa doença. O controle químico à base de triazol e estrobirulina é eficiente e muito utilizado atualmente nas lavouras de café. Apesar de esses produtos terem custo elevado, sua utilização é a medida de controle mais acessível e comum no País.

Uma segunda doença, não menos importante, é a cercosporiose, causada pelo fungo *Cercospora coffeicola* (Berk & Cook). Também conhecida como olho pardo, mancha circular, mancha parda ou olho de pombo, é uma doença bastante antiga nos cafezais das Américas. No Brasil, há registros da doença desde de 1887 (Godoy *et al.*, 1997). A doença está presente de forma endêmica em quase todas as lavouras cafeeiras do País. Nas regiões que apresentam condições favoráveis, seca e solos pobres, a cercosporiose constitui-se em uma doença de importância econômica por gerar perdas de produtividade e danos às plantas dos cafezais (CARVALHO; CHALFOUN, 2000; CHALFOUN, 1998).

A disponibilização de genótipos resistentes tem sido um constante desafio para os melhoristas em cafeicultura. As principais fontes usadas para a obtenção de resistência e/ou tolerância à ferrugem e à cercosporiose são plantas provenientes de cruzamentos com Híbrido de Timor e Icatu. O melhoramento genético demonstra ser uma ótima alternativa para o controle a essas doenças, além de ser economicamente viável e vantajoso para o meio ambiente e para a população por reduzir o uso de defensivos agrícolas (ZAMBOLIM *et al.*, 2002; OLIVEIRA; GHINI, 2012). Além disso, os programas de pesquisa e melhoramento têm um papel extremamente importante na busca por novos genótipos que possam ser resistentes ou tolerantes aos patógenos mais significativos, visto que, ao longo do tempo, as plantas podem se tornar suscetíveis a novas raças dos patógenos, que apresentam elevada variabilidade genética.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a incidência e a severidade das doenças e a resistência de diferentes genótipos de cafeeiro aos patógenos *H. vastatrix* e *C. coffeicola*, bem como a produtividade desses genótipos, no sistema de plantio adensado.

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O cafeeiro

O Brasil é o maior produtor e o maior exportador mundial de café, com produção estimada em 42,15 milhões de sacas beneficiadas na safra 2015/2016. O café, portanto, representa uma das principais fontes de renda para o País. É um dos produtos agrícolas de maior importância no quadro de exportações do Brasil há vários anos, gerando milhares de empregos diretos e indiretos (SILVA *et al.*, 2006).

Destaca-se como o maior produtor de café o Estado de Minas Gerais, com uma produção de aproximadamente 21,86 milhões de sacas, o correspondente a 51,85% da produção nacional de café. A produção nacional de café arábica representa quase 74,2% da produção do País, com 31,3 milhões de sacas beneficiadas (CONAB, 2015).

2.2 Ferrugem do cafeeiro

2.2.1 Sintomas e fatores

A ferrugem do cafeeiro, ou ferrugem alaranjada, é causada pelo fungo parasita obrigatório *H. vastatrix*. No Brasil, foi constatada pela primeira vez no Município de Aurelino Leal, no Estado da Bahia, por A. G. Medeiros em janeiro de 1970. Hoje, encontra-se espalhada por quase todos os países da América do Sul, América Central e México (SOUZA *et al.* 2013; CARVALHO, 1991). Apesar das várias medidas tomadas na época para conter a disseminação do patógeno, hoje sua presença é confirmada em todas as regiões cafeeiras do Brasil (SILVA *et al.*, 2006; PINTO *et al.*, 2007; FERNANDES *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2009). Dentre os fatores do hospedeiro que influenciam a taxa de desenvolvimento da doença, podem-se citar: (i) a densidade de plantio, incluindo aqui o sistema de plantio adensado; (ii) o nível de resistência da

variedade; e (iii) a predisposição da cultura a uma alta produção (VALE *et al.*, 2000 *apud* LOPES *et al.*, 2009).

Os primeiros sintomas da doença são manchas cloróticas com diâmetro de 1 a 3 mm. Posteriormente, formam-se pequenas manchas circulares de coloração amarelo-alaranjada na face inferior da folha, com diâmetro que pode chegar a mais de 1 cm, dependendo do grau de infecção. Sobre a mancha se forma uma massa pulverulenta de uredósporos. Na face superior da folha, nas áreas correspondentes à massa de uredósporos da face inferior, encontram-se manchas cloróticas (PINTO *et al.*, 2007).

Os principais danos causados pela ferrugem são ocasionados pela queda precoce das folhas e seca dos ramos produtivos, resultando em diminuição da taxa fotossintética da planta e, por conseguinte, em redução da produtividade da lavoura. Essa seca constante dos ramos reduz a longevidade dos cafeeiros, tornando a lavoura gradativamente antieconômica (SILVA *et al.*, 2006; PINTO *et al.*, 2007; FERNANDES *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2009).

A ferrugem é a doença mais significativa do cafeeiro, pois atinge, com gravidade, grandes áreas de lavouras, onde causa prejuízos de cerca de 50% à produtividade quando encontra condições climáticas ideais. Com isso, os custos de produção de café aumentam, pois há necessidade de controle dessa doença para o cafeeiro produzir e seu custo é elevado nas condições atuais (LOPES *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2011; FERNANDES *et al.*, 2009; BONOMO *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2007; PINTO *et al.*, 2007; MATIELLO *et al.*, 1981).

A ferrugem do cafeeiro pode ocasionar consideráveis perdas na produção de café, dependendo das condições climáticas, do sistema de cultivo (*i.e.*, normal, semiadensado, adensado), da variedade plantada e do manejo da lavoura (LOPES *et al.*, 2009; BONOMO *et al.*, 2011). As perdas na produção brasileira de café ocasionadas

pela ferrugem estão na ordem de 5 milhões de sacas (BONOMO *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2006; ZAMBOLIM *et al.*, 2002). Em preços atuais, equivale a um prejuízo aproximado de 2,5 bilhões de reais para os cafeicultores brasileiros.

As condições ambientais, fator predominante para o desenvolvimento biológico, influenciam a taxa de evolução do patógeno. Temperaturas entre 20 e 25° C e umidade relativa alta favorecem o desenvolvimento do fungo. A temperatura exerce influência em todas as etapas do ciclo de vida do patógeno, ou seja, infecção, colonização, reprodução e sobrevivência (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

A doença torna-se mais severa em anos de altas produções, devido à bienalidade apresentada pela cultura do cafeeiro em plantios adensados, os quais promovem condições ideais para o fungo, como umidade alta e má circulação do ar, no microclima da planta. O problema torna-se ainda mais sério no Brasil, pois cerca de 90% do parque cafeeiro nacional é composto de genótipos suscetíveis, principalmente por ‘Catuaí’ e ‘Mundo Novo’ (OLIVEIRA *et al.*, 2007; PINTO *et al.*, 2007; GUERRA FILHO *et al.*, 2009).

Sabe-se que, em umidade relativa acima de 90% e com molhamento foliar, há favorecimento ao desenvolvimento do fungo. Ademais, a umidade na forma de chuva ou irrigação atua na disseminação e dispersão dos uredósporos e no aumento da doença no campo, além de proporcionar água em estado líquido para a germinação (GUERRA FILHO *et al.*, 2009).

O conhecimento das condições climáticas de determinada região, assim como suas projeções futuras, pode vir a ser de extrema importância para o manejo de doenças. Nesse caso, tem-se a noção de que as delimitações de regiões climaticamente homogêneas podem determinar as áreas mais propensas à sua ocorrência (SILVA *et al.*, 2006).

2.2.2 Formas de controle à ferrugem

Antes mesmo de a ferrugem chegar ao Brasil, já se analisava, em um estudo realizado em 1968, a possibilidade, como meio de prevenção, de criar genótipos de cafeeiro resistentes à ferrugem (SILVA *et al.*, 2006). Nos últimos anos, foram lançados vários genótipos de café definidos como resistentes a essa doença (resistência do tipo vertical). No entanto, o contínuo aparecimento de novas raças fisiológicas do fungo tem superado a resistência de alguns genótipos (VÁRZEA *et al.*, 2002).

Os fungos biotróficos, causadores das ferrugens, normalmente apresentam grande variabilidade genética (BONOMO *et al.*, 2011). No caso da ferrugem alaranjada do cafeeiro, já foram identificadas mais de 45 raças fisiológicas do seu agente causal. O potencial de surgimento de novas raças é um problema difícil que os melhoristas precisam antever e enfrentar constantemente para conferir aos cafeeiros resistência às doenças. Esse fato está relacionado com a pressão de seleção exercida pelos genes de resistência do hospedeiro sobre aqueles de virulência do patógeno. Assim, nos programas de melhoramento do cafeeiro visando à tolerância ou à resistência à ferrugem, têm sido trabalhadas simultaneamente as características genéticas do cafeeiro e as do fungo *H. vastatrix*.

Nesse contexto, o trabalho dos melhoristas tem sido constante no intuito de superar a patogenicidade das raças de *H. vastatrix* que surgem e, ao mesmo tempo, obter cafeeiros com genótipos resistentes à ferrugem. Além disso, há aumento na preocupação com a cercosporiose, que vem suscitando estudos voltados a desenvolver outros genótipos tolerantes ou resistentes (SILVA *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2011; FERNANDES *et al.*, 2009; BONOMO *et al.* 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2007; PINTO *et al.*, 2007).

Dentre as medidas de controle à ferrugem, a utilização de cultivares resistentes é a mais econômica e fácil de ser implementada para minimizar os prejuízos causados pela doença. Essa tecnologia possibilita ao produtor diminuir a utilização de produtos fitossanitários no cafezal, contribuindo para o desenvolvimento de uma cafeicultura mais sustentável e competitiva, principalmente no mercado exterior. Conseguem-se, assim, uma redução de custos no controle químico com fungicidas, que, apesar de oneroso, ainda é o mais utilizado nos cafezais brasileiros atuais (SILVA *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2011; FERNANDES *et al.*, 2009; BONOMO *et al.* 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2007; PINTO *et al.*, 2007).

2.2.3 Resistência à ferrugem

A principal fonte de resistência à ferrugem do cafeeiro utilizada nos programas de melhoramento é o germoplasma derivado do Híbrido de Timor (BETTENCOURT, 1973 *apud* OLIVEIRA *et al.*, 2007). Trata-se de um híbrido que foi derivado do cruzamento natural entre *C. arabica* ($2n=4X=44$) e *C. canephora* ($2n=2X=22$) e possui fatores de resistência à ferrugem provenientes do genitor diploide. Outra característica desse germoplasma é a facilidade de cruzamento com genótipos do tipo arábica, pois a maioria das linhagens do Híbrido de Timor é tetraploide ($2n=44$), produzindo descendentes férteis já na primeira geração.

O germoplasma denominado Icatu é outra fonte de resistência à ferrugem, também muito utilizada nos programas de melhoramento do cafeeiro. O Icatu, à semelhança do Híbrido de Timor, é um híbrido interespecífico, desenvolvido no Instituto Agrônomo de Campinas pelo cruzamento artificial entre *C. arabica* e *C. canéfora* (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Os genótipos de café arábica tradicionalmente cultivados no Brasil são altamente produtivos, apesar de a maioria deles não apresentar resistência genética aos patógenos da ferrugem (BONOMO *et al.*, 2011) e da cercosporiose. A espécie *C. arabica* é caracterizada por apresentar estreita base genética, em que a maioria de suas cultivares é derivada de poucos cafeeiros distribuídos para plantio ao redor do mundo. A transferência de genes de resistência a *H. vastatrix* a partir de acessos coletados nos centros primários de diversidade ou de espécies diploides selvagens de *Coffea* spp. tem sido um desafio constante dos programas de melhoramento genético do cafeeiro visando à resistência à ferrugem (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Foram identificados e inferidos, com base na teoria gene a gene, nove fatores dominantes de resistência a *H. vastatrix*. Portanto, a resistência do cafeeiro à ferrugem parece ser condicionada por pelo menos nove genes denominados SH1 a SH9, podendo ser isolados ou em associação, enquanto os genes de virulência correspondentes aos SH são denominados como V1 a V9. Dos fatores de resistência mencionados, SH1, SH2, SH4 e SH5 são derivados da espécie *C. arabica*; SH6, SH7, SH8 e SH9, são oriundos da espécie diploide *C. canephora*; e SH3 originou-se, provavelmente, da espécie diploide *C. liberica*, a qual quase não apresenta representação em cafeeiros comerciais, mas tem importância para as pesquisas cafeeiras (BETTENCOURT; RODRIGUES, 1988).

2.2.4 Dados mais recentes sobre o fungo *Hemileia vastatrix*

Segundo Barreto, Evans e Carvalho (2013), em 2011 foi esclarecido um dos mais intrigantes mistérios científicos a respeito da ferrugem do cafeeiro: a criptosssexualidade do fungo, que pode levar a estratégias mais eficazes para o aumento da resistência da planta à ferrugem. A variabilidade genética desse fungo é considerada

surpreendente e eficaz, constituindo uma das principais dificuldades para seu controle (BARRETO; EVANS; CARVALHO, 2013). Sempre que se desenvolve uma variedade de cafeeiro resistente à doença, o fungo ressurge geneticamente modificado e em curto prazo de tempo, dificultando o trabalho dos melhoristas (BARRETO; EVANS; CARVALHO, 2013).

Acreditava-se que o fungo da ferrugem do cafeeiro só se reproduzia de maneira assexuada, ou seja, com cada esporo reproduzindo uma colônia idêntica à anterior; no entanto, não é esse o caso para a ferrugem do cafeeiro (BARRETO; EVANS; CARVALHO, 2013). As estruturas assexuadas da ferrugem, na verdade, funcionam como sexuadas, o que leva a uma grande variabilidade genética, pois se gera uma colônia diferente da anterior.

Os eventos típicos da reprodução sexuada acontecem de modo oculto, dentro das estruturas, o que passou despercebido dos pesquisadores durante mais de cem anos. Essa descoberta, batizada de “criptossexualidade” (do grego *krypto*, que significa escondido), só foi possível graças à aplicação pioneira de técnicas de citometria de imagem, que até então não haviam sido utilizadas para esse propósito (BARRETO; EVANS; CARVALHO, 2013).

2.3 Cercosporiose do cafeeiro

2.3.1 Sintomas e fatores

O agente causal dessa doença é o fungo *Cercospora coffeicola* (Berk & Cook). Os sintomas característicos que conferiram as denominações dessa doença são manchas foliares circulares de coloração castanho-claro a escuro com o centro branco-acinzentado, quase sempre envolvidas por um halo amarelo. Nas partes expostas ao sol, aparecem manchas marrons ou arroxeadas, deprimidas, que se tornam escuras quando

velhas. As lesões funcionam como porta de entrada para outros fungos que depreciam a qualidade do produto, chamados fungos oportunistas (GODOY *et al.*, 1997; CARVALHO; CHALFOUN, 2000).

Os principais danos provocados pela doença são: (i) em viveiros, queda de folhas e raquitismo das mudas; (ii) no pós-plantio, desfolha e atraso no crescimento das plantas; (iii) em lavouras novas, após as primeiras produções, possível queda de folhas e frutos e seca de ramos produtivos; e (iv) em lavouras adultas, queda de folha, amadurecimento precoce e queda prematura de frutos, bem como chochamento.

Nos últimos anos, contudo, têm sido observados sintomas diferentes nas folhas, caracterizados por manchas escuras sem halo amarelo (*Cercospora* sp. ou *Cercosporidium*). Juliatti, Silva, Goulart Filho (2000) relataram que, em algumas regiões, tem-se denominado essa doença como “*cercospora negra*”.

Favorecem a doença condições climáticas como umidade relativa alta, temperaturas amenas, excesso de insolação e déficit hídrico, bem como quaisquer outras condições que levem a planta a um estado nutricional deficiente ou desequilibrado (JULIATTI; SILVA; GOULART FILHO, 2000; CARVALHO; CHALFOUN, 2000; GODOY *et al.*, 1997). Algumas dessas outras condições são: substratos pobres para a formação de mudas; textura de solo inadequada (*i.e.*, argiloso ou muito arenoso); sistema radicular deficiente; compactação do solo e/ou sistema radicular pouco desenvolvido por causa de adensamento de solo ou “pião torto” (*i.e.*, raiz pivotante central com deformações); deficiência de nitrogênio; e excesso de potássio ou desequilíbrio da relação N/K/Mg/Ca, pois variedades resistentes à ferrugem e de alta produção precoce exigem níveis nutricionais mais elevados, principalmente no que diz respeito a cálcio, nitrogênio e potássio.

2.3.2 Formas de controle à cercosporiose

O controle cultural é adotado nas fases de plantio. Recomenda-se um bom preparo de solo, incluindo-se a subsolagem, que garanta um bom arejamento e desenvolvimento do sistema radicular para reduzir danos futuros. A partir de uma análise do solo, deve-se proceder à correção e adubação de forma adequada, incluindo sempre que possível uma fonte de matéria orgânica, que contém N/K, na tentativa de reestruturar o solo (MALAVOLTA *et al.*, 1993).

Na fase de pós-plantio, compete cuidar das adubações de cobertura e atentar ao controle químico quando o plantio for realizado no final do período chuvoso. Nas lavouras adultas, cabe, com base em análises de solo e foliares, manter equilíbrio nas adubações, principalmente nas primeiras produções, com N/K/Mg/Ca, já que o desequilíbrio nutricional agrava a cercosporiose, bem como manter os cafezais sob a proteção de quebra-ventos para evitar condições extremas ou de estresse (MALAVOLTA *et al.*, 1993).

2.3.3 Resistência à cercosporiose

A resistência à cercosporiose é pouco estudada no Brasil, provavelmente (i) porque os esforços das pesquisas têm se concentrado no desenvolvimento de cultivares resistentes à ferrugem, a doença mais significativa da cultura, ou (ii) porque a cercosporiose é considerada uma doença de pouca importância para a cultura em comparação com a ferrugem alaranjada, ou (iii) porque é sempre relacionada com deficiências de nutrição nos cafeeiros. Todavia, tem ocorrido um aumento significativo da doença nas regiões cafeeiras, e não somente em viveiros. O cafezal vem apresentando infecção em níveis suficientes para reduzir a produtividade, o que vem

causando alertas, uma vez que, além de trazer prejuízos, a cercosporiose é uma doença de difícil controle (PATRICIO; BRAGHINI; FAZUOLI, 2010).

Fernandes *et al.* (1990) verificaram que, dentre 27 progênies de Catimor, cruzamento de Híbrido de Timor e Caturra, cinco (*i.e.*, UFV 2870, UFV 2875, UFV 2876, UFV 3876 e UFV 4180), bem como a cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, utilizada como testemunha, tiveram menor severidade da doença. No entanto, nenhum dos genótipos avaliados mostrou-se resistente à cercosporiose.

Pozza *et al.* (2004) observaram que mudas de cafeeiro cultivar Icatu submetidas a inoculação com *C. coffeicola* foram menos afetadas pela cercosporiose do que mudas das cultivares Catuaí e Mundo Novo. Esse resultado parece condizer com o que se vê nos cafezais atuais, onde predominam essas duas variedades.

Considerando que a cercosporiose é uma doença do cafeeiro cuja importância tem aumentado, especialmente nas regiões de expansão da cafeicultura, como o Cerrado, e na cafeicultura irrigada, a identificação de fontes de resistência a essa doença se torna cada vez mais relevante, podendo ser obtidos materiais com resistências múltiplas. Patricio, Braghini, Fazuoli (2010), ao realizarem estudos de resistência de genótipos de cafeeiro à cercosporiose, obtiveram os seguintes resultados satisfatórios. O cafeeiro Piatã IAC 387 e as cultivares Ouro Verde e Tupi IAC 1669-33 são parcialmente resistentes à cercosporiose. Além disso, as progênies de *C. canephora*, Robusta IAC 1653-7 e Apatã IAC 2258, seguidas pelo Híbrido de Timor IAC 1559-13 e pelas cultivares de *C. arabica* Bourbon Amarelo e Bourbon Vermelho, são bastante suscetíveis à cercosporiose. Os autores concluíram que as cultivares Catuaí Vermelho IAC 144 e Catuaí Amarelo IAC 62 possuem maiores níveis de resistência à cercosporiose do que as cultivares Mundo Novo IAC 388-17-1 e Mundo Novo IAC 376-4.

2.4 Sistema de plantio adensado

Esse sistema de manejo, em ascensão em diversas áreas de cafeicultura, apresenta grandes vantagens, o que faz dessa prática uma das principais bases de sustentação da cafeicultura em pequenas e médias propriedades, tornando-as estáveis e eficientes. Entretanto, como em qualquer tipo de manejo, a dificuldade no processo de intensificação do cultivo do cafeeiro está em conciliar o aumento da densidade de plantio com o tipo de manejo da lavoura, tendo em vista que a densidade e a forma de disposição das plantas na área interferem em todo o sistema de produção de café, desde o plantio até a colheita (ANDROCIOLI FILHO; SIQUEIRA, 1993). Para melhorar a estabilidade e eficiência do sistema de produção, é necessário ajustar a densidade e o espaçamento para cada variedade e localização, utilizando-se de critérios que levem em consideração os objetivos do cafeicultor, as condições locais, o tipo de manejo adotado para a lavoura, a fertilidade do solo e a tecnologia envolvida, além de outros aspectos que interferem no desenvolvimento da planta (ANDROCIOLI FILHO; SIQUEIRA, 1993).

Vários fatores determinam e devem ser levados em consideração para se promover o ajuste mais adequado dos espaçamentos, visando aumentar a eficiência do sistema de produção de café. Mesmo assim, a maioria dos fatores não é considerada na recomendação dos espaçamentos entre as plantas. Apenas recentemente foram definidos critérios e condições que possibilitam ajustar as densidades levando em conta todos os fatores que interferem no desenvolvimento da planta (ANDROCIOLI FILHO; SIQUEIRA, 1993). Dentre esses fatores, podem-se citar: altitude, variedades, nutrição das plantas, condições edafoclimáticas, nível tecnológico e capacidade de investimento.

Como a arquitetura das plantas varia em função da espécie e cultivar, o espaço requerido para o desenvolvimento pleno do cafeeiro é diferente para cada cultivar.

Geralmente, os cafeeiros de porte alto apresentam diâmetro de copa maior do que os de porte baixo; porém, existem variações no diâmetro da copa que devem ser consideradas. Algumas cultivares classificadas, quanto à altura, em um mesmo grupo podem apresentar diâmetros de copa diferentes entre elas (ANDROCIOLI FILHO, 1984).

O conhecimento das características das variedades atualmente cultivadas e o melhoramento genético do cafeeiro visando a menor altura e diâmetro de copa, resistência a pragas e doenças, bem como época de ocorrência da maturação dos frutos, contribuem para a intensificação do cultivo e para a facilidade no manejo do café adensado.

Considera-se uma lavoura adensada quando o espaço livre entre as linhas de cafeeiros é igual a zero ou inferior a 20 cm (FIG. 1). A distância entre as covas na linha pode variar de 1 m até 1,5 m, para covas de duas plantas, ou de 0,5 m a 1 m, para covas de uma planta, dependendo da variedade e do local escolhido (ANDROCIOLI FILHO, 2002).

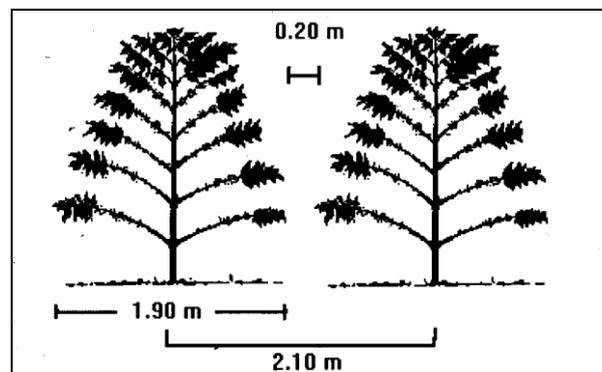


FIGURA 1. Espaçamento do sistema de plantio adensado
Fonte: ANDROCIOLI FILHO, 2002, p.11.

Estudos realizados em vários países têm demonstrado que uma das grandes vantagens do aumento da densidade de plantio em relação aos cultivos tradicionais é o aumento da produtividade, o que, contudo, não é válido para qualquer cultura. Quando

se tem por objetivo obter máxima produtividade, a população ideal para cada densidade varia de acordo com as condições locais e as variedades de café utilizadas (ANDROCIOLI FILHO, 2002).

O aumento do número de plantas por área oferece maior proteção ao solo devido à maior cobertura proporcionada pelo próprio cafeeiro e pelo maior número de folhas que caem no chão, diminuindo a erosão, a temperatura do solo, a evaporação da água, a lixiviação e a volatilização, bem como intensificando a reciclagem de nutrientes. Adicionam-se a isso benefícios como: diversificação na área do produtor, rápida recuperação após geadas e eficiência no uso de mão de obra, além de diversos outros benefícios ao sistema solo-planta (ANDROCIOLI FILHO, 2002).

Estudos conduzidos no IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná) demonstraram que o adensamento de plantio melhora as propriedades físicas e químicas do solo. De um lado, aumenta a estabilidade de agregados, pH, Ca, Mg e K; de outro, diminui o Al-trocável (SIQUEIRA *et al.*, 1990; PAVAN *et al.*, 1991; PAVAN *et al.*, 1993).

A incidência de ferrugem aumenta com a densidade de plantio (MATIELLO *et al.*, 1981), que gera condições microclimáticas mais favoráveis ao desenvolvimento da doença. No caso de variedades suscetíveis, é possível fazer o controle preventivo em lavouras adensadas, mas, em lavouras superadensadas, o controle é viável com produtos sistêmicos – substâncias que se translocam na seiva das plantas. A utilização das variedades resistentes à ferrugem desenvolvidas no Brasil e em outros países contribui provisoriamente para a solução do problema da ferrugem nos modelos com alta densidade de plantio.

O adensamento de plantio é uma tecnologia capaz de proporcionar grande impacto nas regiões produtoras e constitui uma das principais bases de sustentação dos modelos tecnológicos de produção para atender às condições que se impõem à moderna

cafeicultura (ANDROCIOLI FILHO, 2002). Para a máxima eficiência do sistema de produção, os espaçamentos devem ser ajustados para cada local dentro de uma propriedade cafeeira, com base em critérios que levem em consideração os aspectos intervenientes no desenvolvimento e na arquitetura das plantas e que atendam aos objetivos do produtor. Não existe um espaçamento ótimo e único que possa ser recomendado para todos os locais (ANDROCIOLI FILHO, 2002).

Esse sistema de manejo, adensado ou superadensado, requer cuidados especiais. Sua implantação deve ser realizada de forma gradativa e na medida em que o produtor for aprendendo a utilizá-lo e conduzi-lo, evitando ultrapassar o limite de sua capacidade de realizar a colheita na época correta e com a maturação dos frutos (ANDROCIOLI FILHO, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Condução do experimento

O projeto foi instalado no SIPP Café, localizado na BR 365, km 604, no Município de Uberlândia/MG, a 18°56'04.7" de latitude Sul, 48°12'03.4" de longitude Oeste e 965 m de altitude. De acordo com a análise química e física do solo, o experimento foi instalado em área classificada como Latossolo Vermelho, de textura média. As informações climáticas do local do experimento são assim definidas conforme classificação de Köppen-Geiger: clima Aw Tropical quente e úmido, com inverno frio e seco. A precipitação média anual é de 1479 mm, e a temperatura média anual é de 21,5° C.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), com doze tratamentos e duas repetições (blocos A e B). As parcelas experimentais constituíram-se de três linhas com 4,2 m de comprimento e 1,8 m de largura cada, totalizando uma área de 7,56 m² por parcela, com 24 plantas. Considerou-se, portanto, um sistema de plantio adensado.

As avaliações das doenças e a obtenção dos dados analisados no experimento ocorreram entre 17 de maio de 2014 e 02 de setembro de 2015. Foram realizadas, no total, 22 avaliações de incidência e severidade das doenças ferrugem e cercosporiose em dez ramos por parcela, ao acaso. Foram amostradas as folhas do terceiro e quarto nós do terço médio da planta (CARVALHO, CHALFOUN, 2000), utilizando-se as escalas diagramáticas da Embrapa Café para ferrugem (OLIVEIRA *et al.*, 2001) e cercosporiose (CUNHA *et al.*, 2001), conforme disponibilizado no ANEXO A, nas FIG. 4 e 5, respectivamente. As avaliações foram feitas somente na linha do meio da

parcela, com intervalo aproximado de 21 dias entre elas. Os tratamentos avaliados no experimento estão descritos na Subseção 3.2 e na TAB. 1.

Após as 22 avaliações, foram obtidos os dados numéricos de incidência, que, por sua vez, foram transformados em média aritmética, para conhecimento da ocorrência das doenças em nível de campo. Os dados de severidade foram transformados em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) por meio da seguinte equação:

$$AACPD = \sum_i^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i),$$

em que:

- n = número de avaliações;
- y_i e y_{i+1} = valores de severidade observados em duas avaliações consecutivas; e
- $t_{i+1} - t_i$ = intervalo entre duas avaliações.

Essa é uma expressão descrita por Campbell e Madden (1990) que sumariza os dados de severidade em um valor (área) e faz a comparação entre tratamentos.

Além das avaliações de incidência e severidade, foi obtida a produtividade de uma safra dos genótipos, em que foi feita a colheita dos frutos do cafeeiro em julho de 2014. Foram colhidas manualmente todas as parcelas, e os frutos foram acondicionados em sacarias específicas para café. Posteriormente, os frutos passaram por um processo de secagem e, na sequência, foram beneficiados e pesados, tendo sido os valores aferidos em quilogramas. De posse da dimensão das parcelas e da massa de grãos de café beneficiado, pôde-se obter a produtividade dos genótipos.

Os dados foram submetidos a análise estatística com o aporte do programa SISVAR[®]. Aplicaram-se o teste de Skott-Knott aos valores de AACPD e o teste de Tukey aos dados de produtividade. Ambos os testes foram aplicados a 5% de probabilidade (CANTERI *et al.*, 2001).

3.2 Genótipos avaliados

As linhagens estudadas neste experimento são resultado de quase meio século de pesquisa em instituições como a Universidade Federal de Uberlândia (UFU), a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e a Empresa Mineira de Pesquisa Agropecuária (EPAMIG). As sementes dos materiais avançados chegaram a Uberlândia (UFU) no ano de 2000 e, a partir de então, o trabalho de pesquisa foi intensificado em condições de sequeiro (sem irrigação suplementar, durante o período do experimento).

Foram selecionados, para este experimento, os materiais que apresentaram maior estabilidade genotípica e estabilidade na produção, além da resistência à ferrugem do cafeeiro. Mais especificamente, foram selecionadas, para as condições de Cerrado, as progênes exibidas na TAB. 1, com seleção contínua ano a ano para as melhores plantas.

TABELA 1. Genótipos utilizados no experimento.

	Genótipos*	Situação	Genealogia
1	IBC - 12	Comercial	Sarchimor da cultivar 1669-13
2	Mundo Novo	Comercial	Sumatra x Bourbon Vermelho
3	Catuaí IAC 99	Comercial	Caturra Amarelo IAC 476-1 x Mundo Novo IAC 374-19
4	Catuaí IAC 114	Comercial	Caturra Amarelo de prefixo IAC 476-1 e Mundo Novo, IAC 374-19
5	Catuaí IAC 144	Comercial	Caturra Amarelo de prefixo IAC 476-1 e Mundo Novo, IAC 374-19
6	H638 - 5	Pesquisa	UFV 2151-78-EL8 (Mundo Novo) x CIFC 832/1 (Híbrido de Timor)
7	H586 - 6	Pesquisa**	UFV 2054-372-T16-PN (Catimor) x UFV 2000-310-T9-PN (Catimor)
8	H556 - 7	Pesquisa	UFV 1603-231-T15-PN (Catimor) x UFV 2000-310-T9-PN (Catimor)
9	H567 - 6	Pesquisa	UFV 2000-310-T9-PN (Catimor) x UFV 1603-232-T15-PN (Catimor)
10	UFV - 7723	Pesquisa	Geração F7 de Catimor
11	UFV - 7704	Pesquisa	Geração F7 de Catimor
12	UFV - 7664	Pesquisa	Geração F7 de Catimor

*Fotos podem ser vistas na Figura 6 do ANEXO A.

**Parceria UFU-EPAMIG-UFV (desde 2000).

Fonte: o autor.

3.2.1 Descrição dos cruzamentos dos genótipos avaliados

Foram avaliados os seguintes genótipos:

- i. H586-6, com o nome CATUFU-EPA1 (Supremo), referente ao cruzamento entre UFV2054-372-T16-PN (Catimor) x UFV 2000-310-T9-PN (Catimor). Essas sementes foram recebidas em 1999 na sua geração F2. Foram realizados três ciclos de seleção para manter a uniformidade do material em relação a frutos vermelhos, peneira média e plantas com no máximo 2 m de altura no espaçamento 2,0 x 1,0 m. Apresenta alta resistência a *Hemileia vastatrix*, além de tolerância a seca;
- ii. H567-6-CATUFU-EPA2 (Sem rival). Linhagem selecionada a partir do cruzamento UFV2000-310-T9-PN (Catimor) x UFV 1603-232-T15-PN (Catimor). Essas sementes foram recebidas em 1999 na sua geração F2. Foram realizados três ciclos de seleção para manter a uniformidade do material em relação a frutos vermelhos, peneira média e plantas com no máximo 2 m de altura no espaçamento 2,0 x 1,0 m. Apresenta alta resistência a *Hemileia vastatrix* e tolerância a seca;
- iii. H556-7. Oriundo do cruzamento entre UFV1603-231-T15-PN (Catimor) x UFV 200-310-T9-PN (Catimor). Essas sementes foram recebidas 1999 na sua geração F2. Foram realizados três ciclos de seleção para manter a uniformidade do material em relação a frutos vermelhos, peneira média e plantas com no máximo 2 m de altura no espaçamento 2,0 x 1,0 m. Apresenta alta resistência a *Hemileia vastatrix* e tolerância a seca;
- iv. H638-5. Material proveniente do cruzamento entre UFV 2151-78-EL8 (Mundo Novo) x CIFC 832/1 (Híbrido de Timor). Essas sementes foram recebidas em 1999 na sua geração F2. Foram realizados três ciclos de seleção para manter a

uniformidade do material em relação a frutos vermelhos, peneira média e plantas com no máximo 2 m de altura no espaçamento 2,0 x 1,0 m. Apresenta alta resistência a *Hemileia vastatrix* e tolerância a seca;

- v. UFV-7664 – CATUFU-EPA 3 (Vencedor). Esse material foi recebido na geração F7 de Catimor em 1999 e mostrou alta resistência à ferrugem, além de alta estabilidade e tolerância a seca. Dada a sua estabilidade e geração de frutos vermelhos, foi selecionado para multiplicação de sementes no Cerrado mineiro;
- vi. UFV-7723. Esse material foi recebido na geração F7 de Catimor em 1999 e mostrou alta resistência à ferrugem, além de alta estabilidade e tolerância a seca. Dada a sua estabilidade e geração de frutos vermelhos, foi selecionado para multiplicação de sementes no Cerrado mineiro;
- vii. UFV-7704. Esse material foi recebido na geração F7 de Catimor em 1999 e mostrou alta resistência à ferrugem, além de alta estabilidade e tolerância a seca. Dada a sua estabilidade e geração de frutos vermelhos, foi selecionado para multiplicação de sementes no Cerrado mineiro;
- viii. IBC – 12. Esse material é um Sarchimor da cv 1669-13, selecionado em Varginha a partir de material oriundo do IAC;
- ix. Catuaí – 99, 114, 144. Originou-se como produto de recombinação, a partir de um cruzamento artificial entre cafeeiros selecionados, pela produtividade, das cultivares Caturra Amarelo de prefixo IAC 476-1 e Mundo Novo (IAC 374-19) de *C. arábica*; e
- x. Mundo Novo (IAC 379-19). Corresponde a uma recombinação resultante de um cruzamento natural entre as cultivares Sumatra e Bourbon Vermelho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a condução do trabalho, foram realizadas 22 avaliações e a evolução da doença foi avaliada de forma gradual. As variações provavelmente se deram pela irregularidade das chuvas em 2014 e 2015, ocasionando um déficit hídrico bastante expressivo que influenciou negativamente na esporulação dos fungos e prejudicou a evolução das doenças no cafezal.

Para a ferrugem do cafeeiro, *H. vastatrix*, foi calculada a média aritmética de incidência das 22 avaliações. Os resultados são apresentados na FIG. 2.

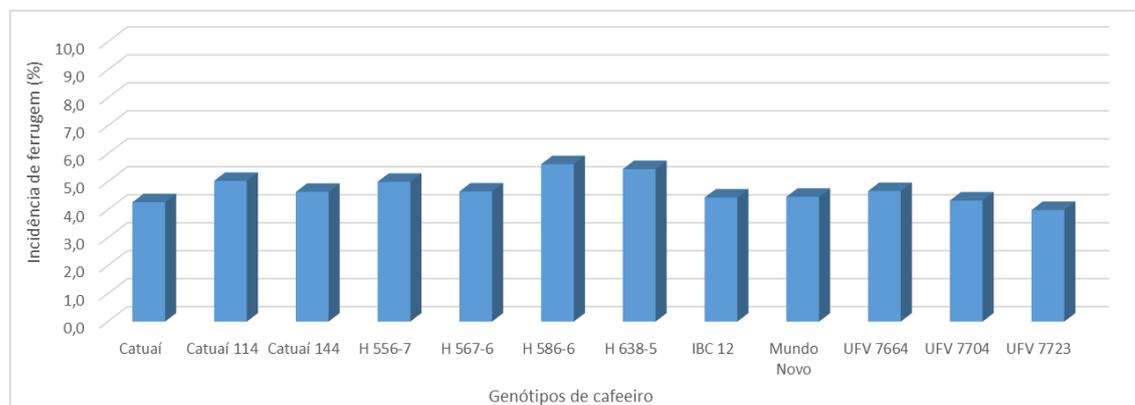


FIGURA 2. Média aritmética das 22 avaliações de incidência de ferrugem nos genótipos estudados.

Fonte: o autor.

Com os dados de severidade da ferrugem, foi possível calcular a AACPD, que mostra a evolução da doença no período avaliado. A TAB. 5 (ANEXO A) apresenta um resumo da análise de variância de diferentes genótipos de *Coffea* spp. em função do tempo, avaliando a AACPD de *H. vastatrix*.

Os resultados da TAB. 2, referente a severidade e AACPD, para ferrugem apontam diferença entre os genótipos estudados. O resultado de F foi significativo a 5%

de probabilidade ($0,012 < 0,05$), o que implica diferenciação entre os genótipos estudados no que diz respeito às suas reações à ferrugem.

TABELA 2. Dados da AACPD em relação à ferrugem.

	Tratamentos	AACPD
1	H 586-6	1128.10 a
2	IBC 12	1249.43 a
3	H 556-7	1316.40 a
4	H 567-6	1343.31 a
5	UFV 7704	1859.10 b
6	UFV 7664	1953.99 b
7	UFV 7723	2119.40 b
8	Catuaí 99	2242.53 b
9	Catuaí 114	2363.27 b
10	H 638-5	2553.38 b
11	Catuaí 144	2742.94 b
12	Mundo Novo	2971.91 b

Nota: CV = 21,65%. Na coluna, letras minúsculas iguais correspondem a tratamentos que não diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott.

Fonte: o autor.

Diante desses resultados, podem-se agrupar os genótipos entre aqueles resistentes e aqueles não resistentes a *H. vastatrix*. O primeiro grupo é compreendido por H586-6, IBC12, H556-7 e H567-6; o segundo, por UFV 7704, 7664 e 7723, Catuaís 99, 114 e 144, H638-5 e Mundo Novo.

Os resultados obtidos corroboram a resistência do genótipo IB12 à ferrugem, genótipo já consagrado e muito utilizado nos cafeeiros comerciais. Os genótipos H586-6, H556-7 e H567-6 foram satisfatórios e podem vir a ser disponibilizados para as lavouras comerciais, pois são resistentes à ferrugem.

Os demais genótipos não foram agrupados como resistentes e devem ser explorados por outras características. De fato, as variedades Catuaí e Mundo Novo não são resistentes à ferrugem, mas representam grande parte do parque cafeeiro nacional, pois apresentam altas produtividades, qualidade de bebida e arquitetura de planta

favorável ao cultivo, dentre outras características de interesse agrônomo. Não obstante, essas variedades futuramente deverão ser substituídas, por causa da inviabilização de cultivo em áreas com nematoides e alta pressão de ferrugem, patógenos esses aos quais Catuaís e Mundo Novo não resistem por longo período.

A FIG. 3 apresenta os cálculos das médias aritméticas das 22 avaliações para incidência de *Cercospora coffeicola*.

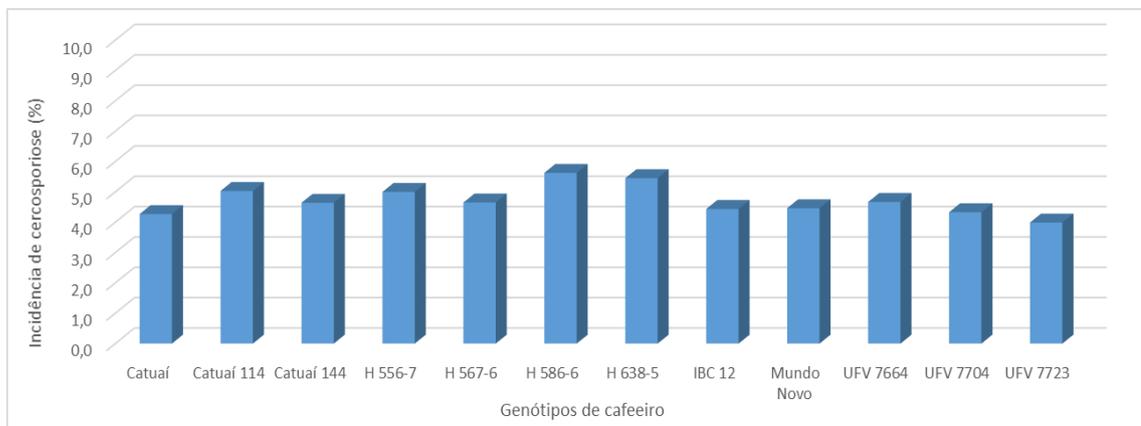


FIGURA 3. Média aritmética das 22 avaliações de incidência de *C. coffeicola* nos genótipos estudados.

Fonte: o autor.

Com os dados de severidade de *C. coffeicola*, foi possível calcular a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). A TAB. 6 do ANEXO A apresenta um resumo da análise de variância de diferentes genótipos de *Coffea* spp. em função do tempo, avaliando a AACPD de *C. coffeicola*.

Os resultados de severidade e AACPD para *C. coffeicola* apontam uma não diferenciação entre os genótipos estudados. O resultado de F não foi significativo a 5% de probabilidade ($0,08 > 0,05$), indicando nenhuma diferenciação entre os genótipos estudados no que tange às suas reações à cercosporiose.

Resultados semelhantes foram encontrados na literatura, corroborando a dificuldade em se encontrar materiais com tolerância ou resistência à cercosporiose. Atualmente, poucos são os materiais que se mostram otimistas nesse objetivo, acarretando em muitos anos de pesquisa e o mesmo tempo em resultados concretos.

Com a análise de variância dos resultados, foi gerada a TAB. 3, referente à AACPD para a cercosporiose.

TABELA 3. Dados da AACPD para *C. coffeicola*.

	Tratamentos	AACPD
1	H 567-6	460.83 a
2	H 586-6	551.77 a
3	H 556-7	562.62 a
4	UFV 7704	624.27 a
5	UFV 7723	681.84 a
6	IBC 12	683.36 a
7	Catuaí 114	818.02 a
8	H 638-5	934.67 a
9	UFV 7664	935.51 a
10	Catuaí 99	982.43 a
11	Catuaí 144	1034.74 a
12	Mundo Novo	1069.56 a

Nota: CV = 25,02%. Na coluna, letras minúsculas iguais não diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott.

Fonte: o autor.

Portanto, nenhum genótipo avaliado apresentou resistência e/ou tolerância a *C. coffeicola*, devendo ser estudados outros genótipos para essas doenças.

Também foi obtida a produtividade de uma safra dos genótipos de café em sacas/ha de café beneficiado. Com a análise de variância (ANEXO A – TAB. 7) dos resultados, foi gerada a TAB. 4 a seguir.

TABELA 4. Diferentes genótipos de *Coffea* spp. em relação a produtividade.

	Tratamentos	Produtividade (sacas/hectare)
1	Mundo Novo	12.32 a
2	Catuaí 99	12.44 a
3	Catuaí 144	13.80 a
4	UFV 7723	16.25 ab
5	Catuaí 114	17.73 ab
6	H 556-7	31.58 ab
7	UFV 7704	31.91 ab
8	H 638-5	33.94 ab
9	H 567-6	36.42 ab
10	IBC 12	47.95 ab
11	UFV 7664	53.74 ab
12	H 586-6	61.63 b

Nota: CV = 37,55% / DMS= 46,75. Na coluna, apenas letras minúsculas distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey.

Fonte: o autor.

Segundo os resultados de produtividade apresentados, houve diferença entre os genótipos estudados. O resultado de F foi significativo a 5% de probabilidade ($0,0115 < 0,05$), pelo teste de Tukey. No caso, os genótipos Mundo Novo e Catuaís 99 e 144 foram os materiais com menores valores de produtividade, mas não diferem estatisticamente dos outros genótipos, à exceção do genótipo H586-6, que foi superior e se destacou em relação aos demais.

Os materiais foram plantados em sistema de plantio adensado, condição favorável ao desenvolvimento e evolução de doenças como a cercosporiose e a ferrugem. Esse sistema apresenta diversas vantagens, mas deve ser estudado e escolhido conforme a região do cafezal a ser implantado, já que, feito de forma inadequada, tende a promover a depreciação do cafeeiro e, conseqüentemente, pode levar a perdas na produção e na estrutura da planta. No caso deste estudo, esse sistema não afetou negativamente as plantas, pois houve diferença estatística para ferrugem e produtividade, viabilizando o sistema de plantio adensado e a escolha adequada da variedade, a considerar a região e o microclima local.

Segundo Zambolim *et al.* (2002), o IBC-12, um Sarchimor da CV1669-13, selecionado em Varginha/MG a partir de material oriundo do IAC, vem apresentando boa produtividade e alta resistência à ferrugem. Esse resultado vai ao encontro daquele encontrado neste experimento.

De acordo com Carvalho *et al.* (2008), o Catuaí IAC 99 destaca-se pelo alto vigor vegetativo, boa arquitetura de planta, alta produtividade e tolerância à ferrugem, além de apresentar qualidade de bebida semelhante à das cultivares comerciais Catuaí e Mundo Novo. No presente ensaio, o Catuaí 99 não se apresentou resistente, mas sim tolerante à ferrugem.

Dentre os manejos e métodos de controle previstos para a ferrugem na cultura do cafeeiro, o controle genético está cada vez mais ganhando espaço na pesquisa. Conforme mencionado por Várzea *et al.* (2002), é importante obter novas cultivares de café com resistência à ferrugem que possam dispensar, total ou parcialmente, a aplicação de fungicidas e, portanto, substituir cultivares tradicionais de *C. arabica* suscetíveis. Ainda, estudos recentes têm apontado sucesso na resistência à cercosporiose, ampliando os horizontes na pesquisa, podendo acarretar em materiais com resistências múltiplas a diversos patógenos e pragas da cultura cafeeira.

Consoante Zambolim *et al.* (1999), para essas doenças – ferrugem e cercosporiose –, o controle químico ainda é o mais utilizado. No entanto, embora seja eficiente, esse tipo de controle eleva os custos de produção e coloca em risco a saúde dos trabalhadores, podendo causar também a contaminação do meio ambiente.

Pode-se inferir que todos os genótipos em estudo apresentaram resistência vertical, dado que nenhum deles apresentou imunidade ou suscetibilidade total. De acordo com Vanderplank (1963), enquanto uma única alteração genética no patógeno é suficiente para vencer a resistência vertical, condicionada por um único ou poucos

genes, são necessárias diversas alterações genéticas para o patógeno vencer a resistência horizontal.

Em estudo prévio, Guimarães (2014), aferindo a severidade apenas em um período de cinco avaliações, verificou a AACPD para a severidade dos mesmos genótipos aqui estudados e concluiu que o genótipo H586-6 foi resistente à ferrugem. O autor ainda menciona que os genótipos UFV 7704, UFV 7723, H638-5 e H556-7 apresentaram alta resistência à ferrugem, mas não foram superiores ao H586-6.

Melo (2014) também estudou os mesmos genótipos, mas com foco na resistência a fitonematoides. O estudo concluiu que os genótipos UFV 7704 e UFV 7723 foram resistentes a *Meloidogyne incognita* e *M. paranaenses* – nematoide das galhas – e os genótipos H638-5, H556-7 e UFV 7723 foram resistentes ao *Pratylenchus coffeae* – nematoide das lesões.

5 CONCLUSÕES

- 1- Os genótipos podem ser agrupados em dois grupos: genótipos resistentes e não resistentes a *H. vastatrix*. O primeiro grupo é compreendido pelos que apresentaram menores valores de AACPD, como H586-6, IBC12, H556-7 e H567-6. O segundo grupo engloba UFV 7704, 7664 e 7723, Catuaís 99, 114 e 144, H638-5 e Mundo Novo.
- 2- Não houve diferença estatística em relação à cercosporiose.
- 3- Em produtividade, o genótipo H586-6 destacou-se como superior aos demais.

REFERÊNCIAS

ANDROCIOLI FILHO, A. Perspectiva tecnológica para a cafeicultura do Paraná - densidade de plantio. In: ENCONTRO SOBRE A CAFEICULTURA PARANAENSE, Londrina, PR. **Anais...** Londrina, IAPAR, 1984. p.41-50.

ANDROCIOLI FILHO, A.; SIQUEIRA, R. O diâmetro da saia do cafeeiro como critério para ajuste de espaçamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 19. Três Pontas, MG. **Resumos...** Três Pontas, MAARA, 1993. p7-16.

ANDROCIOLI FILHO, A. **Café Adensado**: espaçamentos e cuidados no manejo da lavoura. Londrina: IAPAR, 2002. 32 p.: il. (IAPAR. Circular, 121).

BARRETO, R.W.; EVANS, H.C.; CARVALHO, C.R. Criptossexualidade em *Hemileia vastatrix*. São Paulo. **Anais...** Congresso Paulista de Fitopatologia, 36, São Paulo, 2013.

BETTENCOURT, A.J.; RODRIGUES, J. Principles and practice of coffee breeding for resistance to rust and other disease. In: CLARKE, R.J.; MACRAE, R. (ed.) **Coffee**, Agronomy. Elsevier: London, p.199-234, 1988. v.4.

BONOMO, V. S.; SILVA, F. L. da; OLIVEIRA, A. C. B. de; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S.; RODRIGUES, F. C.; REZENDE, J. C. de; BOTELHO, C. E.; CARVALHO, G. R. Comportamento de Cafeeiros Portadores de Resistência à Ferrugem em Viçosa, Minas Gerais. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 7, Araxá. **Anais...** Araxá – MG, 2011.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. (Ed.). **Introduction to plant disease epidemiology**. New York, NY: Wiley, 1990. 532p.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A, GODOY, C. V. SASM Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Skott-Knott e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, v.1, n.2, p.18-24, 2001.

CARVALHO, V. L. **Influência de níveis de produção sobre a evolução da ferrugem e a composição química das folhas dos cafeeiros**. Dissertação (mestrado de Agronomia), Escola Superior de Agricultura de Lavras, Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 1991.

CARVALHO, V.L.; CHALFOUN, S.M. **Doenças do cafeeiro**: diagnose e controle. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 44p. (Boletim Técnico, 58).

CARVALHO, C.H.S.; FAZUOLI, L.C.; CARVALHO, G.R.; GUERREIRO FILHO, O.; PEREIRA, A.A.; ALMEIDA, S.R. de; MATIELLO, J.B.; BARTHOLO, G.F.; SERA, T.; MOURA, W.M.; MENDES, A.N.G.; REZENDE, J.C.; FONSECA, A.F.A. da; FERRÃO, M.A.G.; FERRÃO, R.G.; NACIF, A.P.; SILVAROLLA, M.B.; BRAGHINI, M.T. Cultivares de café arábica de porte baixo. In: CARVALHO, C.H.S.

de. (Ed.). **Cultivares de café**: origem, características e recomendações. Brasília: Embrapa Café, 2008. p.155-252. v.1.

CHALFOUN, S.M. **Doenças do cafeeiro**: importância, identificação e métodos de controle. Lavras: UFLA FAEPE, 1998. 93p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento - Brasília: **Acompanhamento da safra brasileira Café Safra 2015**, estimativa, setembro/2015, 2015.

COSTA, M.J.N.; ZAMBOLIM, L.; CAIXETA, E.T.; PEREIRA, A.A. Resistência de progênies de café Catimor à ferrugem. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, p.121-130, 2007.

CUNHA, R.L.; POZZA, E.A.; DIAS, W.P. e BARRETTI, P.B. Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para avaliar a severidade da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) do cafeeiro. Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2, Vitória. **Anais...** Vitória, Embrapa Café.

FERNANDES, A.T.F.; VALE, F.X.R.; PELOSO, M.C.; ZAMBOLIM, L.; MAFFIA, L.A.; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M.; CRUZ FILHO, J. Resistência de progênies de Catimor a diferentes isolados de *Cercospora coffeicola* (Berk. & Look). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.15, p.45-49, 1990.

FERNANDES, L. H. M.; RESENDE, M.L.V. de; COSTA, B.G.; DIAS, H.C.B.; VILELA, G.M.S. Ativador de Resistência ASM (Bion®) no Controle da Ferrugem (*Hemileia Vastatrix* Berk & Br.) na Cultura do Cafeeiro (*Coffea Arabica* L.) em Campo. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 6, Vitória. **Anais...** Vitória – ES, 2009.

GODOY, C.V.; BERGAMIN FILHO, A.; SALGADO, C.L. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. **Manual de fitopatologia**: doenças de plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997, cap.17, p.184-200.

GUERRA FILHO, P. A.; JUNIOR, W. C. J.; MORAES, W. B.; FONSECA, S. O.; MORAES, W. B.; SOUZA, A. F.; CECILI, R. A. Potencial Impacto das Mudanças Climáticas Globais no Progresso da Ferrugem do Café no Brasil. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 6, Vitória. **Anais...** Vitória – ES, 2009.

GUIMARÃES, F.R.; **Resistência de diferentes genótipos de cafeeiros à *Hemileia vastatrix*, no sistema de plantio adensado**. 2014. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (monografia). Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia MG. 2014.

JULIATTI, F.C.; SILVAC, C.N.; GOULART FILHO, L.R. Estudos das características fisiológicas de isolados de *Colletotrichum* spp. Coletados em lavouras cafeeiras (*Coffea arabica*) de Minas Gerais. Testes de patogenicidade e análise molecular. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1, 2000, Poços de Caldas. **Resumos Expandidos...** Poços de Caldas: Embrapa Café, 2000. p. 215-218.

- LOPES, P.R.; FERRAZ, J.M.G.; THEODORO, V.C.A.; FERNANDES, L.G.; NICODELLA, G.; LOPES, I.M.; COGO, F.D. Evolução da Ferrugem do Cafeeiro em Agroecossistemas sob Manejos Convencional, Organo-Mineral e Orgânico na Região Sul de Minas Gerais. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 6, Vitória, **Anais...** Vitória – ES, 2009.
- MALAVOLTA, E.; FERNANDES, D.R.; CASALE, H.; ROMERO, J.P.: **Seja o doutor do seu cafezal**. Piracicaba: Ed. Potafos, 1993.
- MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S.R.; PAULINI, A.E.; GUIMARÃES, P.M. Efeito de espaçamento do cafezal sobre a incidência de Ferrugem e Bicho Mineiro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 9. São Lourenço, MG. 1981. **Resumos...** Rio de Janeiro, IBC, 1981. p. 13-14.
- MELO, P. C. **Reação de Genótipos de Cafeeiro aos Fitonematoides de Importância Primária**. 2014. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (monografia). Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia MG. 2014.
- OLIVEIRA, C.A.; POZZA, E.A.; OLIVEIRA, V.B.; SANTOS, R.C. e CHAVES, Z.M. Escala diagramática para avaliação da severidade de cercosporiose em folhas de cafeeiro. Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2, Vitória. **Anais...** Vitória. Embrapa Café, 2001.
- OLIVEIRA, A. C. B.; FAZUOLI, L.C.; MISTRO, J.C.; PETEK, M.R.; BRAGHINI, M.T. Seleção entre e dentro de progênies de café arábica portadoras de fatores de resistência à ferrugem. Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 5, Vitória. **Anais...** Vitória, Embrapa Café, 2007.
- OLIVEIRA, A.C.B. de; PEREIRA, A.A.; SILVA, F.L. da; PEREIRA, H. de. A.; BONOMO, V.S.; BOTELHO, C.E.; REZENDE, J.C. de. Seleção de Cafeeiros Arábica Portadores do Gene *Sh3* de Resistência à Ferrugem. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 7, Araxá. **Anais...** Araxá – MG, 2011.
- OLIVEIRA, F.R.A.; GHINI, R. Incidência e severidade da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) do cafeeiro em função do aumento da concentração de CO₂ do ar. In: **Workshop sobre mudanças climáticas e problemas fitossanitários**. Embrapa Meio ambiente. Jaguariúna – SP, 2012.
- PATRICIO, F.R.A., BRAGHINI, M.T.; FAZUOLI, L.C. Resistência de plantas de *Coffea arabica*, *Coffea canephora* e híbridos interespecíficos à cercosporiose. **Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas, vol.69, n.4, p.883-890. 2010.
- PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D.; SIQUEIRA, R.; ANDROCIOLI FILHO, A.; ROTH, C.H. Manejo da densidade populacional de cafeeiros como fator melhorador da fertilidade do solo e da produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEERAS, 17. Varginha, MG. 1991. **Resumos...** Varginha, MAARA, 1991. p.24.
- PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D.; SIQUEIRA, R.; ANDROCIOLI FILHO, A.; ROTH,

C.H. Densidad de población de cafetos influenciando la fertilidad del suelo. In: SIMPÓSIO DE CAFICULTURA LATINOAMERICANA, 16. Managua, Nicaragua, 1993. **Anais...** Managua, IICA/PROMECAFÉ, 1993. p.112.

PINTO, M. F.; CARVALHO, G.R.; PAIVA, R.F.; FERREIRA, A.D.; MENDES, A.N.G.; PEREIRA, A.A. **Comportamento de cultivares de cafeeiro (*Coffea Arabica* L.) resistentes à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) na região de Lavras-MG.** 2007. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio5/p104.pdf> Acesso em: 14 fev.2016.

POZZA, A.A.A.; AVES, E.; POZZA, E.A.; CARVALHO, J.G.; MONTANARI, M.; GUIMARÃES, P.T.G.; SANTOS, D.M. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, p.185-188, 2004.

SILVA, M. do C.; VARZEA, V.; GUERRA-GUIMARÃES, L.; AZINHEIRA, H.G.; FERNANDEZ, D.; PETITOT, A-S.; BERTRAND, B.; LASHERMES, P.; NICOLE, M. Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease Braz. **Journal of Plant Physiology**, Irvine, v. 18, p. 119-147, 2006.

SIQUEIRA, R.; ANDROCIOLI FILHO, A.; CARAMORI, P. H.; PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D. Efeito de oito densidades de plantio na produtividade de três cultivares de café (*Coffea arabica* L.) e do híbrido Icatu. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 16. Espírito Santo do Pinhal, SP. 1990: **Resumos...** Rio de Janeiro, IBC, 1990. p.86.

SOUSA, T.V; CAIXETA, E.T.; ALKIMIM, E.R.; OLIVEIRA, A.C.B. de; PEREIRA, A.A.; ZAMBOLIM, E.M.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N.S. Caracterização molecular de cultivares de café resistentes à Ferrugem. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 8, Salvador. **Anais...** Salvador – BA, 2013.

VANDERPLANK, J. E. **Plant disease: epidemics and control.** New York: Academic Press, 1963.

VÁRZEA, V.M.P.; RODRIGUES JUNIOR, C.J.; SILVA, M.C.; GOUVEIA, M.; MARQUES, D.V.; GUERRA-GUIMARÃES, L.; RIBEIRO, A. Resistência do cafeeiro a *Hemileia vastatrix*. In: ZAMBOLIM, L (ed.) **O estado da arte de tecnologias na produção de café.** Viçosa: Departamento de Fitopatologia, Editora UFV, p.297-320. 2002.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. Café (*Coffea arabica* L.) controle de doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. **Controle de doenças em plantas.** Viçosa, Minas Gerais: Supre Gráfica e Editora. 1999. p.83-180.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R; COSTA, H.; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. Epidemiologia e controle integrado da ferrugem do cafeeiro. In: ZAMBOLIM L (Ed). **O Estado da arte de tecnologias na produção de café.** Viçosa MG. Universidade Federal de Viçosa, 2002. Cap. 10, p. 369-450.

ANEXO A

TABELA 5. Análise de variância resumida de diferentes genótipos de *Coffea* spp. em função do tempo, avaliando a área abaixo da curva de progresso da doença de *Hemileia vastatrix*.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Tratamento	11	8499763,29	772705,75	4,17	0,012*
Bloco	1	430678,72	430678,72	2,32	0,155
Erro	11	2034830,28	184984,57		
Total					
corrigido	23	10965272,29			
CV (%)	21,65				
Média geral	1986,97		Número de observações: 24		

*Demonstra que foi significativo a 0,05 de significância, pelo teste de Skott-Knott.

Fonte: o autor.

TABELA 6. Análise de variância resumida de diferentes genótipos de *Coffea* spp. em função do tempo, avaliando a área abaixo da curva de progresso da doença de *C. coffeicola*.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Tratamento	11	967350,37	87940,94	2,31	0,08*
Bloco	1	201793,18	201793,18	5,32	0,04
Erro	11	417101,41	37918,31		
Total					
corrigido	23	1586244,97			
CV (%)	25,02				
Média geral	778,30		Número de observações: 24		

*Demonstra que não foi significativo a 0,05 de significância, pelo teste de Skott-Knott.

Fonte: o autor.

TABELA 7. Resumo da análise de variância de diferentes genótipos de *Coffea* spp. em função do tempo, em relação a produtividade.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Genótipos	11	6329,01	575,36	4,300	0,0115*
Bloco	1	736,59	736,59	5,505	0,0387
Erro	11	1471,78	133,79		
Total					
CV (%)	37,55				
Média geral	30,80	Número de observações: 24	DMS: 46,75		

*Demonstra que foi significativo a 0,05 de significância, pelo teste de Tukey.

Fonte: o autor.

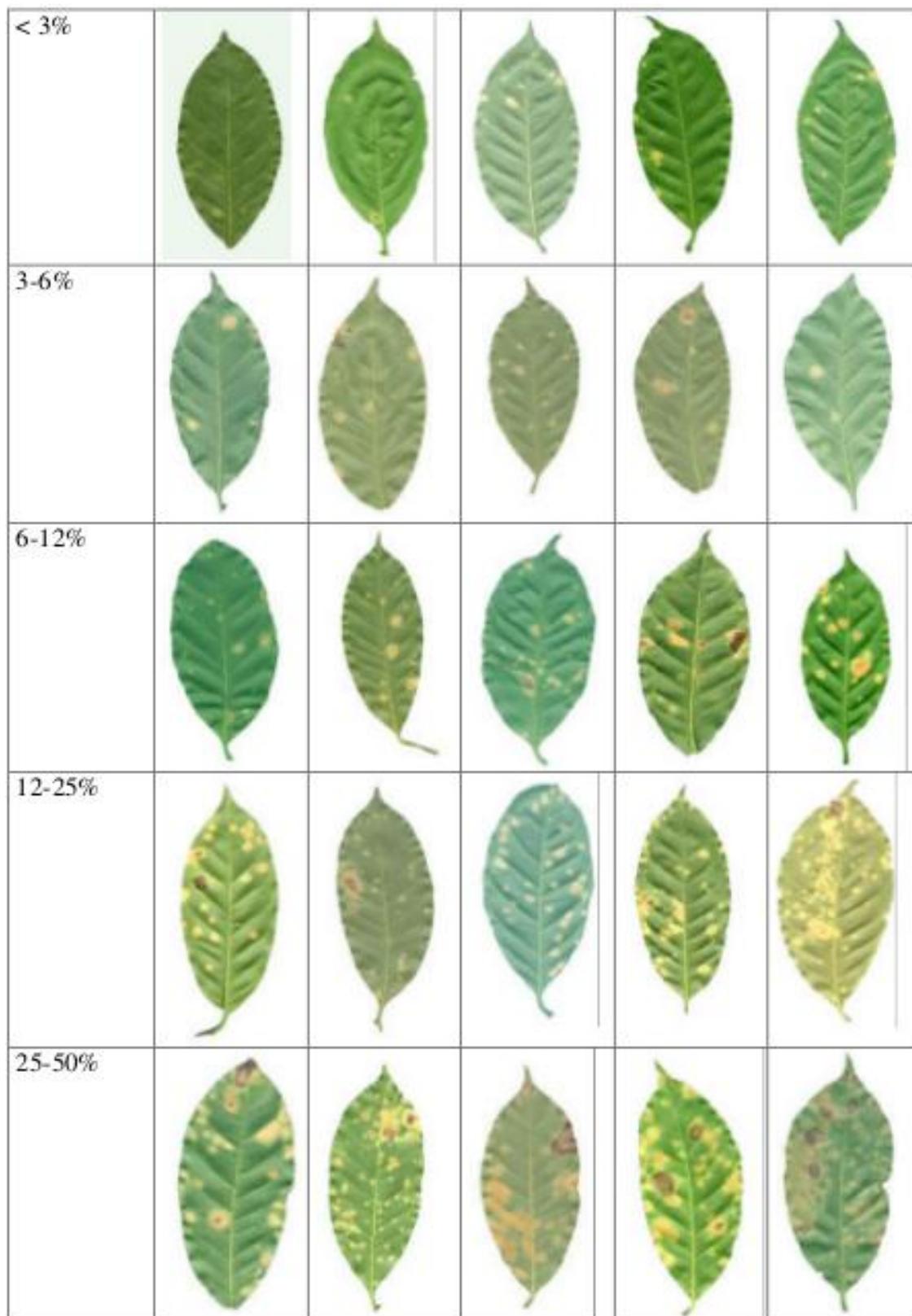


FIGURA 4. Escala diagramática para avaliação de severidade da ferrugem do cafeeiro.
 Fonte: EMBRAPA CAFÉ, 2000, p.5.

<p>Nota 2 0 - 3 %</p>					
<p>Nota 3 3 - 6 %</p>					
<p>Nota 4 6 - 12 %</p>					
<p>Nota 5 12 - 25 %</p>					

FIGURA 5. Escala diagramática para avaliação de severidade da cercosporiose do cafeeiro.

Fonte: EMBRAPA CAFÉ, 2000, p.4.



FIGURA 6. Fotos dos genótipos avaliados.

Fonte: o autor



H 586-6 – Vista geral



H 586-6 – Vista aproximada



H 556-7 – Vista geral



H 556-7 – Vista aproximada



UFV 7664 – Vista geral



UFV 7664 – Vista aproximada

Figura 6. Cont.
Fonte: o autor



UFV 7704 – Vista geral



UFV 7704 – Vista aproximada



UFV 7723 – Vista geral



UFV 7723 – Vista aproximada



IBC 12 – Vista geral



IBC 12 – Vista aproximada

Figura 6. Cont.

Fonte: o autor



Mundo Novo – Vista geral



Mundo Novo – Vista aproximada



Catuaí 114 – Vista geral



Catuaí 114 – Vista aproximada



Catuaí 99 – Vista geral



Catuaí 99 – Vista aproximada

Figura 6. Cont.
Fonte: o autor