



MARCELO RESENDE DE FREITAS RIBEIRO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E RESPOSTA À PODA DE
PROGÊNIES DE CAFÉ ARÁBICA EM ÁREAS INFESTADAS
POR *MELOIDOGYNE* spp.**

**LAVRAS-MG
2021**

MARCELO RESENDE DE FREITAS RIBEIRO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E RESPOSTA À PODA DE PROGÊNIES DE CAFÉ
ARÁBICA EM ÁREAS INFESTADAS POR *MELOIDOGYNE* spp.**

Tese 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 Doutor.

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho
Orientador

Dra. Sônia Maria de Lima Salgado
Coorientadora

**LAVRAS-MG
2021**

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

Ribeiro, Marcelo Resende de Freitas.

Desempenho agronômico e resposta à poda de progênies de café arábica em áreas infestadas por *Meloidogyne* spp. / Marcelo Resende de Freitas Ribeiro. – 2020.

71 p. : il.

Orientador: Gladyston Rodrigues Carvalho.

Coorientador: Sônia Maria de Lima Salgado.

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

Bibliografia.

1. *Coffea arabica* L. 2. Híbrido de Timor. 3. *Meloidogyne paranaensis*. I. Carvalho, Gladyston Rodrigues. II. Salgado, Sônia Maria de Lima. IV. Título.

MARCELO RESENDE DE FREITAS RIBEIRO

DESEMPENHO AGRONÔMICO E RESPOSTA À PODA DE PROGÊNIES DE CAFÉ ARÁBICA EM ÁREAS INFESTADAS POR *MELOIDOGYNE* spp.

AGRONOMIC PERFORMANCE AND PRUNING RESPONSE OF ARABICA COFFEE PROGENIES IN AREAS INFESTED BY *Meloidogyne* spp.

Tese 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 Doutor.

APROVADA em 28 de agosto de 2020.

Dra. Sônia Maria de Lima Salgado
Dr. André Dominghetti Ferreira
Dr. Mário Lúcio Vilela de Resende
Dr. Antonio Nazareno Guimarães Mendes

EPAMIG
EMBRAPA
UFLA
UFLA

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho
Orientador

Dra. Sônia Maria de Lima Salgado
Coorientadora

**LAVRAS-MG
2021**

Aos meus pais, Marcelo de Freitas Ribeiro e Áurea Maria Resende de Freitas, e à minha irmã, Carolina Resende de Freitas Ribeiro, pelo amor, carinho e apoio em todos os momentos.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial, a meus pais Áurea e Marcelo e à minha irmã Carolina, pelo apoio, incentivo e amor que me deram durante toda a minha vida.

À Universidade Federal de Lavras, sobretudo, ao Departamento de Agricultura, por meio de seus professores e funcionários, pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa de doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq –, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG–, ao Consórcio Pesquisa Café e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – INCT– pelo financiamento e colaboração para a realização desta pesquisa.

Ao orientador Gladyston Rodrigues Carvalho, pela amizade, paciência, disposição e excelente orientação.

À coorientadora Sônia Maria de Lima Salgado pela orientação e pelas valiosas contribuições.

A todos os funcionários do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, de maneira especial, à Marli, pela paciência e auxílio.

Aos amigos da “subestação”, em especial, Denis, Diego, Guilherme Tassoni, Ana Flávia, Larissa, Fernando (Capelinha), Nicolas (Nerso), Heitor, Ariana, Rafael Almeida, Rafael Jorge, Manoel, Priscila, Pedro e outros que contribuíram tanto com auxílio nos experimentos, como nos momentos de amizade e descontração.

Ao meu amigo Breno, pela grande amizade e parceria durante o período em que morei em Lavras.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente à realização deste trabalho.

Muito obrigado!

RESUMO

Os nematoides podem causar danos significativos ao sistema radicular do cafeeiro, prejudicando assim a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, a produtividade da cultura e a qualidade final do produto. O presente trabalho objetivou avaliar o desempenho de progênies de cafeeiros, em campos infestados com nematoides, de forma a selecionar as progênies promissoras para a obtenção de genótipos resistentes ao *Meloidogyne exigua* e *Meloidogyne paranaensis*, com características agronômicas e qualidade de bebida superiores às cultivares tradicionais. Adicionalmente verificou-se a responsividade à poda do tipo esqueletamento das progênies em área infestada por *Meloidogyne exigua*. Três experimentos foram realizados em diferentes localidades. O primeiro experimento, instalado na Fazenda Ouro Verde, no Município de Campos Altos-MG, comparou 23 progênies com sete cultivares utilizadas como testemunhas, com o objetivo de selecionar progênies resistentes ao *M. exigua*, que apresentassem boas características agronômicas e qualidade de bebida, quando cultivadas em área infestada por esse nematoide. Antes e após o esqueletamento da lavoura, avaliaram-se as características produtividade em sacas de café beneficiado ha⁻¹; porcentagem de frutos verdes, maduros e secos; porcentagem de frutos chochos; porcentagem de grãos peneira 17 e acima; vigor vegetativo e, na última safra avaliada, realizou-se a análise sensorial da bebida de 10 progênies selecionadas, anteriormente, por Rezende et al. (2013) por altas produtividades e resistência ao *M. exigua*. As progênies 514-7-4-C130, 493-1-2-C134 e 518-2-10-C408 destacaram-se nas características agronômicas avaliadas, sobressaindo-se em relação às cultivares. As progênies 436-1-4-C26, 518-2-6-C182, 514-7-16-C208, 493-1-2-C218 e 514-5-2-C494 condicionaram uma bebida classificada como excelente, destacando-se das demais progênies avaliadas. Outros dois experimentos foram realizados com as 10 progênies previamente selecionadas que passaram pela análise sensorial. O segundo experimento conduzido na Fazenda da Lagoa, em uma área infestada por *M. exigua*, situada no município de Santo Antônio do Amparo-MG, foi composto pelas 10 progênies resistentes aos nematoides das galhas, a cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 como testemunha suscetível e as cultivares IPR 100 e Paraíso MG H 419-1 como testemunhas resistentes. Foram avaliadas as variáveis produtividade, vigor vegetativo, porcentagem de frutos verdes, maduros e secos, porcentagem de frutos chochos e a população de nematoides (ovos + J2) nas raízes. As progênies 514-7-4-C130-MST9 e 514-7-16-C208-MS13 apresentaram potencial para a seleção de plantas resistentes, destacando-se nas avaliações das características agronômicas e apresentando baixa infestação de *M. exigua*. A progênie 514-7-4-C130-MST9 apresentou maturação tardia, enquanto a 514-7-16-C208-MS13 apresentou maturação média. O terceiro experimento foi conduzido, em área infestada por *M. paranaensis*, na Fazenda Guaiçara situada no município de Piumhi-MG. Compararam-se 10 progênies com a finalidade de identificar as resistentes ao *M. paranaensis* com as cultivares Catuaí Vermelho IAC 99 testemunhas suscetíveis e IPR 100 testemunhas resistentes. Avaliaram-se as variáveis produtividade, vigor vegetativo, classificação de peneira 17 e acima e a população de nematoides (ovos + J2) nas raízes. As progênies 514-7-14-C73-MST4, 518-2-6-C182-MST12 e 493-1-2-C218-MST15 sobressaíram, em relação às outras progênies, nos quesitos produtividade, nota de reação da planta ao nematoide, podendo indicar resistência moderada ao *Meloidogyne paranaensis*.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L.. Híbrido de Timor. *Meloidogyne paranaensis*. *Meloidogyne exigua*. Resistência. Qualidade sensorial.

ABSTRACT

Nematodes can cause significant damage to the coffee root system, impairing nutrient absorption and, consequently, dropping the crop productivity and final product quality. The present study aimed to evaluate the performance of coffee progenies in areas infested with nematodes, in order to select the promising progenies to obtain resistant genotypes to *Meloidogyne exigua* and *Meloidogyne paranaensis*, with agronomic characteristics and superior sensory quality when compared to traditional cultivars. In addition, responsiveness to “esqueletamento” pruning progenies in an area infested by *Meloidogyne exigua* was verified. Three experiments were carried out in different locations. The first experiment, installed at the Ouro Verde Farm in the municipality of Campos Altos-MG, compared 23 progenies with seven cultivars used as control in order to select progenies resistant to *M. exigua*, which have good agronomic characteristics and sensory quality, when grown in an area infested by this nematode. Before and after the “esqueletamento” pruning, the evaluated characteristics were: yield (bags of processed coffee ha⁻¹); ripeness; percentage of hollow fruits; sieve classification 17 and above; vegetative vigor and in the last harvest were evaluated the sensory quality of 10 progenies previously selected by Rezende et al. (2013) due to high productivity and resistance to *M. exigua*. The progenies 514-7-4-C130, 493-1-2-C134 and 518-2-10-C408 excelled in the agronomic characteristics, standing out in relation to the cultivars. The progenies 436-1-4-C26, 518-2-6-C182, 514-7-16-C208, 493-1-2-C218 and 514-5-2-C494 presented a sensory quality classified as excellent, standing out other progenies evaluated. Two other experiments were carried out with the 10 previously selected progenies that underwent sensory analysis. The second experiment was carried out at Fazenda da Lagoa in an area infested by *M. exigua*, located in the municipality of Santo Antônio do Amparo-MG, was composed of 10 nematode-resistant progenies, the cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 as a susceptible control and the cultivars IPR 100 and Paraíso MG H 419-1 as resistant control. The variables productivity, vegetative vigor, percentage of ripeness, percentage of hollow fruits and the population of nematodes (eggs + J2) in the roots were evaluated. The progenies 514-7-4-C130-MST9 and 514-7-16-C208-MS13 have the potential for selection of resistant plants, standing out in the evaluation of agronomic characteristics and presenting low infestation of *M. exigua*. The progeny 514-7-4-C130-MST9 showed late maturation, while the 514-7-16-C208-MS13 showed medium maturation. The third experiment was conducted in an area infested by *M. paranaensis*, at Fazenda Guaiçara located in the municipality of Piumhi-MG. 10 progenies were compared in order to identify those resistant to *M. paranaensis* with the cultivars Catuaí Vermelho IAC 99 susceptible control and IPR 100 resistant control. The variables productivity, vegetative vigor, sieve classification 17 and above and the nematode population (eggs + J2) in the roots were evaluated. The progenies 514-7-14-C73-MST4, 518-2-6-C182-MST12 and 493-1-2-C218-MST15 stood out in relation to the other progenies in terms of productivity and reaction of the plant to the nematode grade, which may indicate moderate resistance to *Meloidogyne paranaensis*.

Keywords: *Coffea arabica* L. *Meloidogyne paranaensis*. *Meloidogyne exigua*. Resistance. Sensory quality.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	10
1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Importância da cafeicultura	12
2.2	Melhoramento genético do cafeeiro	13
2.3	O Híbrido Timor	15
2.4	Os fitonematoides e o cafeeiro	16
2.5	Qualidade de bebida	18
	REFERÊNCIAS	21
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	26
	ARTIGO 1 - RESPOSTA À PODA DE PROGÊNIES DE CAFÉ ARÁBICA EM ÁREA INFESTADA POR <i>Meloidogyne exigua</i>	26
1	INTRODUÇÃO	29
2	MATERIAL E MÉTODOS	31
2.1	Descrição do experimento	31
2.2	Variáveis avaliadas	32
2.2.1	Vigor vegetativo	33
2.2.2	Porcentagem de frutos “chochos” (%)	33
2.2.3	Maturação dos frutos (%)	33
2.2.4	Peneira 17 e acima (%)	33
2.2.5	Produtividade (sacas ha⁻¹)	34
2.2.6	Avaliações sensoriais no café “maduro natural”	34
2.3	Análise Estatística	35
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
3.1	Características agronômicas	36
3.2	Avaliações sensoriais	41
4	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS	45
	ARTIGO 2 - DESEMPENHO AGRONÔMICO DE PROGÊNIES DE CAFÉ ARÁBICA CULTIVADAS EM ÁREAS INFESTADAS COM NEMATOIDES DO GÊNERO <i>Meloidogyne spp</i>	48
1	INTRODUÇÃO	51
2	MATERIAL E MÉTODOS	53
2.1	Descrição do experimento na região do Campo das Vertentes em Minas Gerais	54
2.2	Descrição do experimento na região do Sudoeste de Minas Gerais	54
2.3	Variáveis avaliadas	55
2.3.1	Produtividade	55
2.3.2	Reação das progênies aos nematoides na área infestada	56
2.3.3	Porcentagem de frutos verdes, maduros e secos	56
2.3.4	Porcentagem de frutos “chochos”	56
2.3.5	Classificação de peneira	57
2.3.6	Comportamento das progênies ao <i>Meloidogyne exigua</i>	57
2.3.7	População inicial de <i>M. paranaensis</i> na área experimental: Bioteste	57
2.3.8	População de <i>Meloidogyne paranaensis</i> nas progênies	58
2.4	Análise Estatística	58
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
3.1	Das características avaliadas na região do Campos das Vertentes	59

3.2	Das características avaliadas na região do Sudoeste de Minas Gerais	63
4	CONCLUSÃO	66
	REFERÊNCIAS.....	67
	TERCEIRA PARTE - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	71

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma das atividades mais importantes do agronegócio do país, uma vez que o Brasil é o maior produtor e exportador e o segundo maior consumidor de café, ocupando posição de destaque no cenário mundial. Desta forma, a cadeia produtiva do café tem um grande papel na economia brasileira, pois gera, direta e indiretamente, milhões de empregos.

Cada vez mais, as pesquisas na cafeicultura visam tornar a atividade mais sustentável, o que tem proporcionado avanços aos sistemas de cultivo, por meio de ganhos em produtividade, introdução de resistência a pragas e doenças e melhoria na qualidade da bebida. Nesse contexto, o melhoramento genético tem sido uma importante ferramenta na obtenção desses avanços.

Muitas lavouras cafeeiras têm apresentado quedas significativas de produção, em função da crescente infestação de fitonematoides nas áreas cafeeiras. Os nematoides do gênero *Meloidogyne*, conhecidos como ‘nematoides das galhas’, são parasitas que causam sérios prejuízos à cafeicultura, principalmente, por sua ampla disseminação em extensas áreas com plantio de cultivares suscetíveis e pela capacidade desses nematoides se reproduzirem nesses cafeeiros atingindo altas populações na rizosfera das plantas.

Meloidogyne exigua e *M. paranaensis* são as espécies de maior ocorrência nos cafezais brasileiros causando sérios danos às plantas. A principal medida de controle desses nematoides é a resistência genética das plantas, pelo fato de ser econômica e eficaz, além de ambientalmente correta.

O Híbrido de Timor e suas progênes, obtidas do cruzamento com cultivares de *Coffea arabica* é uma das principais fontes de resistência aos nematoides de galhas. Porém a obtenção de novas cultivares com resistência aos nematoides, por meio do melhoramento genético do cafeeiro, demanda tempo e recursos, uma vez que essa cultura requer tempo na coleta de dados e na obtenção de resultados que comprovem a resistência. Além disso, são escassas as pesquisas para a obtenção de cafeeiros resistentes aos nematoides de galhas, principalmente, ao *M. paranaensis*.

Outro ponto importante do melhoramento genético do cafeeiro está na obtenção de cafés especiais, ou seja, plantas com qualidade superior de bebida. Diariamente cresce a demanda por cafés especiais, mais valorizados comercialmente, o que atrai os produtores na

busca por qualidade, tanto no mercado internacional quanto no mercado nacional. Contudo a obtenção de cafés especiais depende de vários fatores além das cultivares, como o manejo de fertilidade do solo, nutrição adequada das plantas, controle de pragas e doenças, além de técnicas apropriadas à colheita e pós-colheita.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desempenho agronômico de progênies de cafeeiro, oriundas do cruzamento de Híbrido de Timor com Catuaí, nos municípios de Santo Antônio do Amparo, Piumhi e Campos Altos, com potencial resistência aos nematoides *M. exigua* e *M. paranaensis*, que apresentem qualidade de bebida, boa resposta à poda e características agronômicas superiores às cultivares tradicionais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da cafeicultura

O cafeeiro adaptou-se rapidamente ao solo e clima brasileiro, destacando-se econômica e socialmente desde a sua chegada ao Brasil, em meados do século XVIII. Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, responsável por 45% da produção mundial. Segundo estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020), a safra 2020 apresenta bialidade positiva em quase todas as regiões produtoras de café do país. A safra colhida em 2019 foi de 49,3 milhões de sacas beneficiadas, já em 2020 a safra colhida foi de 63,08 milhões de sacas beneficiadas, em uma área total de 2,16 milhões hectares.

A atual área total cultivada no país com café (2,16 milhões hectares) é 1,4% maior que a cultivada em 2019. Desse total, 87% estão em produção (1,88 milhão de hectare) e 13% (280,8 mil hectares) em formação. A área em produção de 2020 aumentou 3,9%, em relação à safra anterior, e a área em formação diminuiu 13,1%. As lavouras de café da espécie arábica são as mais influenciadas pelos ciclos bienais. A produtividade das lavouras cafeeiras na safra 2020 foi superior à produtividade apresentada na safra de 2019 em 27,9 % (CONAB, 2020).

Assim, o café é uma das ‘commodities’ agrícolas mais importantes no momento, por movimentar mais de 35 bilhões de dólares/ano e envolver 500 milhões de pessoas em sua cadeia produtiva, do cultivo ao produto final para o consumo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2020). Em 2020, o valor bruto da produção (VBP) agropecuária alcançou R\$ 87 bilhões, sendo a cafeicultura responsável por 35% do faturamento agrícola com 19,3 bilhões de dólares/ano (AGÊNCIA MINAS, 2020). A cafeicultura brasileira cria, aproximadamente, 10 milhões de empregos diretos e indiretos, em toda a cadeia do agronegócio e gera uma receita bruta de 21,26 bilhões de reais, para os produtores na safra de 2019, confirmando a importância social e econômica que o café representa para o país (CONAB, 2020).

Minas Gerais concentra a maior área com café arábica, 1,237 milhões de hectares, que corresponde a 70% da área plantada com a espécie (1,76 milhões de hectares). Sendo assim, o estado é o maior produtor nacional de café com produção de 34,65 milhões de sacas beneficiadas em 2020 (CONAB, 2020).

Em relação ao consumo, o Brasil ocupa a segunda posição ficando atrás somente dos Estados Unidos. O consumo de café no país cresce a cada ano e, atualmente, o consumo atingiu 21 milhões de sacas no mercado interno entre novembro de 2017 a outubro de 2018, sendo o consumo per capita anual de 6,00 kg de café cru por habitante (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ - ABIC, 2019).

A cafeicultura brasileira se destaca, sobretudo, em função das instituições de pesquisa, ensino e extensão, que geram e difundem conhecimentos responsáveis por promover avanços desde a implantação da cultura até a sua comercialização, amenizando assim os riscos da atividade, tornando-a sustentável e competitiva em âmbito nacional e internacional (CHALFOUN; REIS, 2010).

2.2 Melhoramento genético do cafeeiro

O melhoramento genético de plantas é a aplicação de um conjunto de metodologias para a criação, seleção, fixação e desenvolvimento de cultivares com fenótipos superiores que atendam às necessidades dos agricultores e consumidores, ou seja, é a ciência e a arte de modificar as plantas em benefício da sociedade, ou a ciência, arte e o gerenciamento dos recursos visando ao aperfeiçoamento das plantas para o benefício da sociedade. Como ciência, o melhoramento depende dos princípios da agronomia, genética e outras ciências correlatas, mas também da intuição e experiência do melhorista. Assim, um melhoramento eficiente é baseado no amplo conhecimento da cultura, biologia e fisiologia da planta, genética clássica, genética de populações, biometria e genética quantitativa, citogenética, genética molecular, processo evolutivo da cultura, bem como na experiência do melhorista (CAIXETA; PESTANA; PESTANA, 2015).

O cafeeiro foi introduzido no Brasil, em 1727, deste então até o início da década de 1930 seu melhoramento genético foi feito de forma empírica, em que os próprios cafeicultores selecionavam as plantas mais produtivas de suas lavouras para formar as mudas à formação de novas lavouras (MENDES; GUIMARÃES; SOUZA, 2002), o que contribuiu significativamente para o sucesso da atividade.

A espécie *Coffea arabica* é predominantemente autógama (tetraploide $2n=4x=44$) e se reproduz por autofecundação, logo as mudas comercializadas são oriundas de sementes. A base genética da espécie *Coffea arabica* é estreita, o que limita os programas de melhoramento a obter ganhos efetivos em produtividade de grãos, porém já existem algumas cultivares brasileiras altamente produtivas (FAZUOLI *et al.*, 2002). O cafeeiro é uma planta

perene com forte efeito de bienalidade sobre a produção, sendo esse outro obstáculo no programa de melhoramento genético, sendo necessários vários anos para a seleção de materiais com características desejáveis. Desta forma, uma seleção eficiente exige a avaliação de várias colheitas, sendo necessário um longo período para compilar dados confiáveis do desempenho das progênies de cafeeiro (MENDES; GUIMARÃES, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 2011). Estima-se que sejam necessários 20 anos, para o lançamento de uma nova cultivar de café, uma vez que a cultura apresenta um longo período juvenil e a necessidade de avaliar os genótipos no decorrer do tempo. Portanto obter uma nova cultivar de café é um processo longo e oneroso, porém novas estratégias têm sido estudadas a fim de minimizar o prazo necessário para o melhoramento desta espécie (RAMALHO; CARVALHO; NUNES, 2013).

Para iniciar um programa de melhoramento genético do cafeeiro, é necessário adotar algumas estratégias, em função da herdabilidade do caráter a ser melhorado, dos recursos disponíveis e da habilidade do melhorista (RAMALHO *et al.*, 2012). No melhoramento da espécie *Coffea arabica* L., para a obtenção de populações segregantes, realizam-se hibridações entre genótipos de cafeeiro e, em seguida, adota-se um método para conduzir essas populações. Os métodos de condução mais usuais são genealógicos, bulk e bulk dentro de progênies, sendo o método mais usado (MEDIDA-FILHO; BORDIGNON; CARVALHO, 2008). Esse método possibilita o controle de toda a genealogia da planta, permitindo excluir os indivíduos inferiores em gerações precoces, assim como controlar o grau de parentesco (BORÉM; MIRANDA; FRITSCHÉ-NETO, 2017).

No melhoramento genético do café, tem-se utilizado muito o método genealógico com algumas modificações, pois a manutenção das plantas e de suas progênies individualizadas facilita o controle do melhorista e a possibilidade de ganhos com a seleção. Esse método é utilizado até a geração F4 ou F5, com seleção entre e dentro de famílias, e as progênies selecionadas nessa fase são avaliadas em ensaios de competição, em condições usuais de cultivo, em diferentes locais e experimentos com repetições e com delineamentos apropriados (MENDES, 1999). A seleção recorrente também tem merecido atenção nos programas de melhoramento do cafeeiro (FERRÃO, 2004; SILVA *et al.*, 2009), pois a maioria dos caracteres de interesse são controlados por vários genes, além da inexistência de uma linhagem que concentre todos os alelos favoráveis (RAMALHO; ABREU; SANTOS, 2001).

A condição básica, para o sucesso do melhoramento genético, é a existência de variabilidade genética na população, associada à alta produtividade, que permitirá a seleção de genótipos superiores e possibilitará o incremento da frequência de alelos favoráveis (RAMALHO; ABREU; SANTOS, 2001). Assim, os programas de melhoramento têm como

propósito obter cultivares que superem as cultivares pré-existentes em diferentes aspectos. Desta forma, para que uma nova cultivar tenha vantagens em relação às outras é imprescindível que ela apresente expressão mais favorável para uma série de características de interesse do programa (RAMALHO *et al.*, 2012). Por isso, os programas de melhoramento do cafeeiro visam, além de altas produtividades, a outras características desejáveis, como elevado vigor vegetativo, resistência às principais doenças e qualidade superior de bebida.

2.3 O Híbrido Timor

As populações do Híbrido de Timor são provenientes de uma única planta encontrada, em uma lavoura da cultivar *Typica* presente na ilha de Timor, em 1917. Provavelmente, o Híbrido de Timor originou-se de uma hibridação natural de um gameta não reduzido da espécie *Coffea canephora* com um gameta da espécie *Coffea arabica* (BETTENCOURT, 1973; CARVALHO *et al.*, 2008).

Na década de 1940, populações de Híbrido de Timor foram cultivadas, em seu local de origem e, na década de 70, o Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) os introduziu em suas pesquisas por meio do Centro de Investigações das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC) em Portugal. Posteriormente, a UFV, em conjunto com a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), utilizou e utiliza, até os dias de hoje, esses híbridos em estudos como fonte de resistência do cafeeiro à ferrugem, à antracnose, a bacterioses e a diversas espécies de nematoides (CARVALHO *et al.*, 2008; PEREIRA *et al.*, 2010).

O Híbrido de Timor se semelha ao cafeeiro arábica, com expressão favorável a características agronômicas desejáveis, tais como resistência a várias doenças, principalmente a ferrugem e, por isso, esse híbrido tornou-se muito importante para o melhorista (CARVALHO, 2014). O cruzamento entre o Híbrido de Timor e outros materiais deu origem a cultivares com boa produtividade e resistência a algumas espécies de nematoides, tais como a IAPAR-59 (PEREIRA *et al.*, 2010) e IAC 125 RN (FAZUOLI *et al.*, 2006). O programa de melhoramento genético do cafeeiro da EPAMIG também lançou algumas cultivares provenientes do cruzamento entre o Híbrido de Timor e outros materiais, entre elas a Araçuaia MG1, Catiguá MG1, Catiguá MG2, MGS Catiguá 3, Pau Brasil MG1, Paraíso MG H 419-1 (PEREIRA *et al.*, 2010).

Desta forma, o Híbrido Timor é a principal fonte de resistência da espécie *C. arabica* às doenças, e o melhoramento genético tem obtido novas progênies de café, resistentes aos

nematoides do gênero *Meloidogyne*, com o cruzamento do Híbrido de Timor com outras cultivares de *C. arabica* (CAIXETA; PESTANA; PESTANA, 2015).

2.4 Os fitonematoides e o cafeeiro

Fitonematoides parasitas do cafeeiro são microrganismos que habitam o solo e atacam as raízes das plantas, causando sérios danos às plantas e prejuízos econômicos ao produtor. A importância econômica do dano causado ao cafeeiro por um fitonematoide é determinada por sua patogenicidade, disseminação, capacidade de adaptação a diversas regiões e extensão dos danos e prejuízos às plantas. A rápida disseminação associada à capacidade de causar sérios danos ao cafeeiro, bem como de parasitar inúmeras espécies vegetais, expressa o potencial do nematoide em causar prejuízo econômico ao produtor (SALGADO; CARNEIRO; CANUTO, 2011). Os fitonematoides mais problemáticos são os nematoides de galhas (*Meloidogyne* spp.) (FERRAZ; MONTEIRO, 2018; WEISCHER; BROWN, 2001).

Plantas parasitadas por nematoides, normalmente, são menos produtivas, mais suscetíveis a outros fitopatógenos e menos tolerantes aos estresses abióticos, sobretudo, ao estresse hídrico, além disso, não respondem satisfatoriamente às práticas de adubação em função dos danos no sistema radicular (SERA *et al.*, 2009). Na cultura do café, além dos fatores de estresses abióticos que interferem na produção, pode-se destacar a incidência de doenças e pragas, dentre as quais os fitonematoides são um dos principais elementos causadores de danos à produtividade, depauperamento precoce e mortes ocasionais das plantas de café (SÁENZ; LÓPEZ, 2011).

O crescimento e o desenvolvimento do cafeeiro dependem de uma razão sustentável entre o sistema radicular e a copa da planta, portanto o parasitismo de nematoides compromete o desenvolvimento das plantas, uma vez que as raízes são órgãos fundamentais para o suporte, a absorção de água e de minerais e à produção de várias substâncias orgânicas complexas, vitais à fisiologia da planta (SALGADO; CARNEIRO; CANUTO, 2011). No mundo, aproximadamente, 15% das espécies de *Meloidogyne* foram descritas como parasitas do cafeeiro (CARNEIRO; ALMEIDA, 2001; VILLAIN; SALGADO; TRINH, 2018).

Os nematoides *Meloidogyne* spp. causam sérios prejuízos às diversas regiões produtoras de café do Brasil e do mundo. Por isso, as espécies do gênero *Meloidogyne* são as mais estudadas, em função da severidade de seus danos, de sua ampla disseminação e da capacidade adaptativa às diversas regiões cafeeiras (VILLAIN; SALGADO; TRINH, 2018). Além disso, o parasitismo dos nematoides podem ocasionar perdas indiretas, por reduzir a

tolerância ao frio e à seca e à eficiência de utilização de insumos, como fertilizantes (GONÇALVES *et al.*, 2004).

As espécies mais importantes são *M. exigua*, *M. incognita* e *M. paranaensis* (CAMPOS; SIVAPALAN; GNANAPRAGASAM, 1990; NOIR *et al.*, 2003), com destaque para as espécies mais prejudiciais *Meloidogyne exigua* Goeldi, pela ampla distribuição geográfica e *Meloidogyne paranaensis* pela intensidade dos danos que causam ao sistema radicular (GONÇALVES *et al.*, 2004).

Meloidogyne exigua pode ser considerada a espécie de maior importância por sua ampla disseminação e capacidade adaptativa em diversas regiões (VILLAIN; SALGADO; TRINH, 2018). Essa espécie de nematoide pode provocar alterações no estado nutricional do cafeeiro, em função da deficiente absorção e translocação de água e nutrientes e, conseqüentemente, queda da produtividade (BARBOSA *et al.*, 2004a, 2004b).

Meloidogyne paranaensis se destaca das demais espécies, em função de sua agressividade e severo dano ao sistema radicular do cafeeiro, com elevado grau de depauperamento das plantas (CARNEIRO *et al.*, 2005). As raízes parasitadas por *M. paranaensis* apresentam descascamento e rachaduras, com pontos de engrossamento denominados lesões do tipo “cancro” e descorticação (CASTRO *et al.*, 2008).

O controle de *Meloidogyne* spp. no cafeeiro com o uso de nematicidas representa um risco à segurança humana e ambiental, além de ter custo elevado (ALPIZAR; ETIENNE; BERTRAND, 2007). A rotação de culturas é inviável para o controle de nematoides, uma vez que a cultura é perene e a lavoura possui elevado custo de implantação (REZENDE *et al.*, 2013). Portanto o uso de cultivares resistentes é considerado uma das alternativas mais eficientes, viáveis e ambientalmente seguras (FATOBENE *et al.*, 2020), bem como facilmente empregada pelos cafeicultores. Nesse aspecto, o melhoramento genético do cafeeiro, para a obtenção de cultivares com resistência a *Meloidogyne* sp., é uma das prioridades aos principais países produtores de café (ALBUQUERQUE *et al.*, 2010).

Algumas cultivares de café arábica derivadas do Híbrido de Timor, proveniente do cruzamento interespecífico de *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, manifestam resistência ao *M. exigua*. Essa resistência é controlada pelo gene Mex-1, porém pode se tratar de uma dominância incompleta, pois algumas populações F2 apresentam índice de galhas superior ao progenitor resistente (NOIR *et al.*, 2003). Em áreas infestadas por *M. exigua*, recomenda-se o plantio de alguns genótipos de *C. arabica* resistentes (PEREIRA *et al.*, 2012). Dentre esses genótipos, algumas progênies derivadas do cruzamento entre Híbrido de Timor e cultivares elites têm se mostrado promissoras, por aliar altas produtividades à resistência a diversos

patógenos que atacam a cultura do café, dentre eles, *Meloidogyne exigua* (MIRANDA; PERECIN; PEREIRA, 2005; RIBEIRO *et al.*, 2016).

Plantas do germoplasma Icatu, derivado do cruzamento *Coffea arabica* x *Coffea canephora*, demonstram fontes de resistência ao *M. paranaensis* (ITO *et al.*, 2008). Além disso, várias progênies derivadas das populações *Coffea arabica* x *Coffea canephora*, como Icatu, Sarchimor e Catimor, são consideradas fontes de resistência à *M. exigua* e *M. paranaensis* (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001). Algumas introduções de arábica da Etiópia e cafeeiros do grupo Icatu e Híbrido de Timor e a cultivar Apoatã de *C. canephora* apresentam genes de resistência para *M. incógnita* e *M. paranaensis* (CAIXETA; PESTANA; PESTANA, 2015). O uso de enxertia de *C. arabica* sobre *C. canéfora* também tem se mostrado um método promissor, para contornar a infestação de nematoides em lavouras de café arábica, uma vez que as mudas enxertadas apresentaram comportamento agrônômico satisfatório, tais como produtividade média de quatro anos, uniformidade de maturação, percentagem de frutos chochos e classificação do grão por tipo de peneira (PAIVA *et al.*, 2012).

2.5 Qualidade de bebida

A cafeicultura brasileira priorizou, durante muito tempo, a produtividade e a produção em larga escala, o que refletia em maior renda para o produtor brasileiro, porém favoreceu os cafés de outros países que deram ênfase à produção de café com características sensoriais diferenciadas. (FERREIRA *et al.*, 2013). Na década de 1970, houve uma grande oferta de café no mercado internacional, o que fez com que o setor produtivo brasileiro se profissionalizasse e produzisse produtos com maior eficiência e qualidade. Assim, nos últimos anos, os cafeicultores têm procurado intensamente por cultivares com potencial para a produção de cafés especiais (CARVALHO *et al.*, 2011).

O desenvolvimento de cultivares visando à qualidade de bebida superior é um processo complexo, pois a qualidade que se avalia nos testes de bebida sofre influência de diversos fatores ambientais, como ano agrícola, incidência de pragas e doenças e altitude (CARVALHO *et al.*, 2011). As condições de produção, a seleção de frutos, o processamento, a secagem e as condições de armazenamento também têm influência sobre a qualidade dos grãos (CLEMENTE *et al.*, 2015). Assim, o melhoramento, para a obtenção de um café de melhor qualidade de bebida, é um processo complexo, uma vez que a qualidade depende não

só da genética da planta, mas também da composição química, das condições ambientais, do processamento e armazenamento.

As pesquisas, para o melhoramento genético do cafeeiro, usando hibridações inter e intraespecíficas, focaram principalmente na obtenção de plantas com menor porte, maior produtividade e resistentes a doenças e nematoides. Porém a composição química e as propriedades organolépticas variam entre e dentro das espécies, desta forma, ganhos genéticos podem ser obtidos mediante estratégias de melhoramento com o uso de híbridos que apresentem boa qualidade de bebida (MARTINEZ *et al.*, 2014).

A matéria-prima, para a obtenção de um café de boa qualidade, é o grão completamente desenvolvido, sem danos de qualquer ordem e maduro. A qualidade do café é influenciada principalmente pela incidência de microorganismos nas fases de pré e pós-colheita (MARTINEZ *et al.*, 2014). Após a colheita, os frutos estão expostos a uma diversidade de microorganismos, tais como leveduras, fungos, bactérias, que, sob condições favoráveis para o seu desenvolvimento, infectam os grãos. Portanto a colheita de frutos no estágio maduro associado às boas práticas de secagem favorece a classificação sensorial da bebida (FANTE NETO *et al.*, 2015).

Apesar da grande relevância de fatores externos, pesquisas têm confirmado que o fator genético exerce um efeito acentuado na determinação do perfil sensorial do café, o que permite a seleção de cultivares com características sensoriais raras e exóticas para a produção de cafés especiais (CARVALHO *et al.*, 2011; GIONOMO; BORÉM, 2011; MALTA *et al.*, 2014). Ressalta-se que toda cultivar tem potencial para produzir cafés especiais, com perfis sensoriais altamente valorizados (GIOMO; BORÉM, 2011). Em um estudo sobre a correlação entre a resistência à ferrugem e alguns compostos relacionados à qualidade de bebida, as cultivares Araçuaia MG1, Catiguá MG1 e Catiguá MG2 apresentaram melhor qualidade de bebidas, ou seja, produziram cafés especiais em Lavras, região Sul de Minas e em Patrocínio, região do cerrado Mineiro (FÁSSIO *et al.*, 2016).

O melhoramento genético do cafeeiro tem evoluído muito nos últimos anos (SAN'TANA *et al.*, 2018; TRAN *et al.*, 2016). Dos trabalhos que envolvem a determinação da qualidade da bebida, a bioquímica da qualidade do fruto e suas inter-relações com fatores nutricionais e o sistema de estresse oxidativo das plantas são fundamentais para melhor compreensão da arquitetura genética e a seleção de cultivares. Logo é importante investir em programas que visam qualidade da bebida do café, aliada ao monitoramento de outras variáveis importantes ao processo seletivo.

Embora associado a fatores ambientais, principalmente no que diz respeito ao manejo de colheita e pós-colheita, a produção de bebida com qualidade tem forte base genética. O metabolismo de componentes-chave para a composição da semente e sua regulação são fundamentais para a concentração final de metabólitos e determinam a qualidade do café, além disso, componentes genéticos e ambientais e sua interação contribuem para a qualidade (CHENG *et al.*, 2016). Entretanto o metabolismo para a bioquímica da qualidade ainda não é completamente compreendido e novos estudos devem ser empreendidos para melhor entender as relações genéticas e ambientais para a qualidade da bebida.

Cada vez mais o mercado mundial prioriza o consumo de cafés de qualidade. Porém a qualidade do café depende de alguns fatores, tais como a composição química do grão, o sistema de cultivo, a época de colheita, o preparo, o armazenamento e a torra. Assim, é fundamental desenvolver, selecionar e orientar os agricultores, no sentido de qualificar sua produção, desde a implantação da lavoura, em específico, em relação ao uso de cultivares mais adaptadas regionalmente, com resistência a doenças e potencial para a produção de cafés diferenciados.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA MINAS. Valor Bruto da Produção agropecuária de Minas deve alcançar R\$ 87 bilhões. **Agência Minas**, Belo Horizonte, out. 2020. Disponível em: <http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-de-minas-deve-alcancar-r-87-bilhoes>. Acesso em: 18 dez. 2020.
- ALBUQUERQUE, E. V. S. *et al.* Resistance to *Meloidogyne incognita* expresses a hypersensitive-like response in *Coffea arabica*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 127, p. 365–373, 2010.
- ALPIZAR, E.; ETIENNE, H.; BERTRAND, B. Intermediate resistance to *Meloidogyne exigua* root-knot nematode in *Coffea arabica*. **Crop Protection**, Guildford, v. 26, n. 7, p. 903–910, July 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ (ABIC). Consumo de café cresce no Brasil. **ABIC**, Rio de Janeiro, 7 fev. 2019. Disponível em: <http://abic.com.br/consumo-de-cafe-crece-no-brasil/>. Acesso em: 10 out. 2019.
- BARBOSA, D. H. S. G. *et al.* Field estimates of coffee yield losses and damage threshold by *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 49-54, jan. 2004a.
- BARBOSA, D. H. S. G. *et al.* Survey of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) in coffee plantations in the state of Rio de Janeiro, Brasil. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 43-47, 2004b.
- BETTENCOURT, A. J. **Considerações sobre o “Híbrido de Timor”**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1973. 20 p. (Circular Técnica, nº 23).
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 7. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2017. 543 p.
- CAIXETA, E. T.; PESTANA, K. N.; PESTANA, R. K. N. Melhoramento do cafeeiro: ênfase na aplicação dos marcadores moleculares. In: GARCIA, G. de O. *et al.* (org.). **Tópicos especiais em produção vegetal V**. Alegre: CAUFES, 2015. p. 154-179.
- CAMPOS, V. P.; SIVAPALAN, P.; GNANAPRAGASAM, N. C. Nematode parasites of coffee, cocoa and tea. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (ed.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford, UK: CAB International, 1990. p. 387-430.
- CARNEIRO, R. M. D. G. *et al.* Identificação e caracterização de espécies de *Meloidogyne* em cafeeiro nos estados de São Paulo e Minas Gerais através dos fenótipos de esterase e SCAR-Multiplex-PCR. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 233–241, 2005.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides de galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 25, n. 1-2, p. 35–44, jun. 2001.

- CARVALHO, A. M. de *et al.* Avaliação de progênies de cafeeiros obtidas do cruzamento entre ‘Catuaí’ e ‘Híbrido de Timor’. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 249-253, 2008.
- CARVALHO, C. H. S. de (ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília, DF: Embrapa, 2008. 334 p.
- CARVALHO, G. R. *et al.* Melhoramento genético do café visando à qualidade de bebida. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p. 30-38, mar./abr. 2011.
- CARVALHO, J. P. F. **Seleção de progênies de cafeeiro oriundas da hibridação de cultivares Catuaí com germoplasma Icatu e Híbrido de Timor**. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- CASTRO, J. M. da C. e *et al.* Levantamento de fitonematóides em cafezais do sul de Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 56-64, 2008.
- CHALFOUN, S. M.; REIS, P. R. História da cafeicultura no Brasil. *In*: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da (ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. p. 21-86.
- CHENG, B. *et al.* Influence of genotype and environment on coffee quality. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 57, p. 20-30, Oct. 2016.
- CLEMENTE, A. da C. S. *et al.* Operações pós-colheita e qualidade físico-química e sensorial de cafés. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 233–241, abr./jun. 2015.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Café - Acompanhamento da Safra Brasileira. Observatório Agrícola**, Brasília, v. 6, n. 4, p. 1-45, dez. 2020.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Valor Bruto da Produção**, Brasília, p. 1-10, out. 2020. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe_estatistico/VBP_11_20.pdf. Acesso em: 18 dez. 2020.
- FANTE NETO, J. C. *et al.* Avaliação sensorial de cafés submetidos a diferentes tipos de processamento pós-colheita e secagem em terreiro suspenso. *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: Epamig/Embrapa, 2015. p. 1-4.
- FÁSSIO, L. de O. *et al.* Sensory description of cultivars (*Coffea Arabica* L.) resistant to rust and its correlation with caffeine, trigonelline, and chlorogenic acid compounds. **Beverages**, London, v. 2, n. 1, p. 1-12, Jan. 2016.
- FATOBENE, B. J. R. *et al.* **Cultivares de café resistentes aos nematoides-das-galhas no Brasil**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2020. 3 p. (Circular Técnica, nº 312). Disponível em: <http://www.epamig.br/download/circular-tecnica-312/>. Acesso em: 20 jul. 2020.
- FAZUOLI, L. C. *et al.* Melhoramento do Cafeeiro: variedades tipo arábica obtidas no Instituto Agrônomo de Campinas. *In*: ZAMBOLIM, L. (ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2002. p. 163-216.

- FAZUOLI, L. C. *et al.* Tupi RN IAC 1669-13 a coffee cultivar resistant to *Hemileia vastatrix* and *Meloidogyne exigua* nematode. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE*, 21. 2006, Montpellier. **Proceedings** [...]. Montpellier: ASIC, 2006. p. 143-151.
- FERRÃO, R. G. **Biometria aplicada ao melhoramento genético do Café Conilon**. 2004. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematóides. *In: AMORIM, L. et al. Manual de fitopatologia*. 5. ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2018. p. 277-305.
- 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.
- FREITAS, L. G.; NEVES, W. S.; OLIVEIRA, R. D. L. Métodos em nematologia vegetal. *In: Métodos em fitopatologia*. Viçosa, MG: Ed. UFV. 2007. p. 253–291.
- GIOMO, G. S.; BORÉM, F. M. Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p. 7-16, mar./abr. 2011.
- GONÇALVES, W. *et al.* Manejo de nematoides na cultura do cafeeiro. *In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO – CAFÉ*, 10., 2004, Mococa. **Anais** [...]. Mococa: Instituto Biológico, 2004. p. 48-66.
- GONÇALVES, W.; SILVAROLLA, M. B. Nematoides parasitos do cafeeiro. *In: ZAMBOLIM, L. (ed.). Tecnologias de produção de café com qualidade*. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2001. p. 199-268.
- ITO, D. S. *et al.* Progenies de café com resistência aos nematoides *Meloidogyne paranaensis* e raça 2 de *Meloidogyne incógnita*. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 156–163, jun./dez. 2008.
- MALTA, M. R. *et al.* Potencial das novas cultivares de café Arábica para produção de cafés especiais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, nesp., p. 84-90, 2014.
- MARTINEZ, E. H. P. *et al.* Nutrição mineral do cafeeiro e a qualidade da bebida. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 7, p. 838-848, nov./dez. 2014. Suplemento.
- MEDINA-FILHO, H. P.; BORDIGNON, R.; CARVALHO, C. H. S. Desenvolvimento de novas cultivares de café arábica. *In: CARVALHO, C. H. S. de (org.). Cultivares de café: origem, características e recomendações*. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 65-82.
- MENDES, A. N. G. Métodos de melhoramento aplicados na cultura do cafeeiro. *In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS*, 1999, Lavras. **Anais** [...]. Lavras: UFLA/GEN, 1999. p. 18-35.
- MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Genética e melhoramento do cafeeiro**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 99 p.

- MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Classificação botânica, origem e distribuição geográfica do cafeeiro. *In*: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. (ed.). **Cafeicultura**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p. 39-99.
- MIRANDA, J. M.; PERECIN, D.; PEREIRA, A. A. Produtividade e resistência à ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. ET BR.) de progênies F5 de Catuaí Amarelo com o Híbrido Timor. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1195–1200, nov./dez. 2005.
- NOIR, S. *et al.* Identification of a major gene (Mex-1) from *Coffea canephora* conferring resistance to *Meloidogyne exigua* in *Coffea arabica*. **Plant Pathology**, Oxford, v. 52, n. 1, p. 97-103, Feb. 2003.
- OLIVEIRA, D. S. *et al.* Characterization of *Meloidogyne incognita* populations from São Paulo and Minas Gerais state and their pathogenicity on coffee plants. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 190-194, maio/jun. 2011.
- PAIVA, R. F. *et al.* Comportamento de cultivares de cafeeiros *C. Arabica* L. enxertados sobre cultivar 'Apoatã IAC 2258' (*Coffea canephora*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 7, p. 1155-1160, jul. 2012.
- PEREIRA, A. A. *et al.* Cultivares: origem e suas características. *In*: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da (ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. p. 163-222.
- PEREIRA, T. B. *et al.* Reação de genótipos de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) a *Meloidogyne exigua* população Sul de Minas. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 84-90, jan./abr. 2012.
- RAMALHO, M. A. P. *et al.* **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: Ed. UFLA, 2012. 522 p.
- RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. D. F. B.; SANTOS, J. B. Melhoramento de espécies autógamas. *In*: NASS, L. L. *et al.* (ed.). **Recursos genéticos e melhoramento plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 201-230.
- RAMALHO, M. A. P.; CARVALHO, B. L.; NUNES, J. A. R. Perspective for the use of quantitative genetics in breeding of autogamous plants. **ISRN Genetics**, Cairo, v. 2013, p. 1-6, 2013.
- REZENDE, R. M. *et al.* Resistência de progênies de *Coffea arabica* em área infestada por *Meloidogyne exigua*. **Nematropica**, Bradenton, v. 42, n. 2, p. 233–240, Dec. 2013.
- RIBEIRO, D. E. *et al.* Interaction of genotype, environment and processing in the chemical composition expression and sensorial quality of Arabica coffee. **African Journal of Agricultural Research**, [S.l.], v. 11, n. 27, p. 2412-2422, July 2016.
- SÁENZ, A. A.; LÓPEZ N. J. C. Life cycle and pathogenicity of native isolate *Heterorhabditis* sp. SL0708 (Rhabditida: Heterorhabditidae). **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 37, n. 1, p. 43–47, June 2011.
- SALGADO, S. M. L.; CARNEIRO, R. M. D. G.; CANUTO, R. S. **Aspectos técnicos dos nematoides parasitas do cafeeiro**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 60 p. (EPAMIG - Boletim Técnico, nº 98).

SANT'ANA, G. C. *et al.* Genome-wide association study reveals candidate genes influencing lipids and diterpenes contents in *Coffea arabica* L. **Scientific Reports**, London, v. 8, p. 465-476, Jan. 2018.

SERA, G. H. *et al.* Reaction of coffee cultivars Tupi IAC 1669-33 and IPR 100 to nematode *Meloidogyne paranaensis*. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 9, n. 4, p. 293-298, Dec. 2009.

SILVA, M. G. D. M. *et al.* Seleção recorrente intrapopulacional no maracujazeiro amarelo: alternativa de capitalização de ganhos genéticos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 170-176, jan./fev. 2009.

TRAN, H. T. M. *et al.* Advances in genomics for the improvement of quality in coffee. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 96, n. 10, p. 3300-3312, Aug. 2016.

VILLAIN, L.; SALGADO, S. M. L.; TRINH, P, Q. Nematodes parasites of coffee and cocoa. *In*: SIKORA, R. A. *et al.* (ed.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Boston: CAB International, 2018. p. 536-583.

WEISCHER, B.; BROWN, D. J. F. **Conhecendo os nematoides**: nematologia geral. Sofia: Penssoft, 2001. 209 p.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

**ARTIGO 1 - RESPOSTA À PODA DE PROGÊNIES DE CAFÉ ARÁBICA EM ÁREA
INFESTADA POR *Meloidogyne exigua***

**Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2018) e formatado de acordo com o
Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.**

RESUMO

A utilização de cultivares resistentes tem sido uma importante estratégia para sustentar a produção de café em áreas infestadas pelos nematoides de galhas. No manejo da lavoura cafeeira, é muito comum o uso da poda como prática agrônômica de revitalização das plantas e melhoria da produtividade. Contudo não se conhecem os efeitos da poda sobre progênies resistentes ao *Meloidogyne exigua* em área infestada. Objetivou-se selecionar progênies resistentes ao *M. exigua* com boas características agrônômicas e boa qualidade de bebida após a poda tipo esqueletamento. Vinte e três progênies com potencial, para a resistência ao nematoide das galhas, oriundas do cruzamento de Híbrido de Timor com Catuaí e as cultivares Catuaí Vermelho IAC 99, Catuaí Amarelo IAC 62, Topázio MG 1190, Rubi MG 1192, Acaiaí Cerrado MG 1474, Icatu Precoce IAC 3282 e Icatu Amarelo IAC 2942, utilizadas como testemunhas, foram avaliadas em área naturalmente infestada por *M. exigua*. O delineamento foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 120 parcelas, sendo cada parcela constituída por oito plantas. Antes da poda de esqueletamento, foram avaliadas as variáveis produtividade e vigor vegetativo e, após a poda da lavoura, avaliaram-se a produtividade (sacas de café beneficiado ha⁻¹), maturação dos frutos, porcentagem de frutos chochos, tamanho de grãos (porcentagem de grãos peneira 17 e acima), vigor vegetativo. Além disso, foi realizada a análise sensorial da bebida nas 10 progênies pré-selecionadas como resistentes ao *M. exigua*. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. As progênies 9 (514-7-4-C130), 10 (493-1-2-C134) e 19 (518-2-10-C408) destacaram-se, para as características agrônômicas avaliadas, apresentando boa produtividade, baixa porcentagem de grãos chochos, bom vigor e tamanho de grão adequado, superando, no geral, todas as cultivares avaliadas. Todos os genótipos que passaram pela avaliação sensorial apresentaram potencial para a produção de cafés especiais. As progênies 2 (436-1-4-C26), 12 (518-2-6-C182), 13 (514-7-16-C208), 15 (493-1-2-C218) e 20 (514-5-2-C494) condicionaram uma bebida classificada como excelente, destacando-se dos demais genótipos avaliados.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L. Híbrido de Timor. Qualidade sensorial. Poda tipo esqueletamento.

ABSTRACT

The use of resistant cultivars has been an important strategy to sustain coffee production in areas infested by gall nematodes. In the management of coffee plantations, pruning is very common as an agronomic practice for revitalizing plants and improving productivity. However, the effects of pruning on progenies resistant to *Meloidogyne exigua* in an infested area are not known. The objective was to select progenies resistant to *M. exigua* with good agronomic characteristics and good quality drink after skeletal pruning. Twenty-three progenies with potential for gall resistance nematode, originated from the crossing of Timor Hybrid with Catuaí, and the cultivars Catuaí Vermelho IAC 99, Catuaí Amarelo IAC 62, Topázio MG 1190, Rubi MG 1192, Acaiá Cerrado MG 1474, Icatu Precoce IAC 3282 and Icatu Amarelo IAC 2942, used as controls, were evaluated in an area naturally infested by *M. exigua*. The design was in randomized blocks, with four replications, totaling 120 plots, each plot consisting of eight plants. Before skeletal pruning, the productivity and vegetative vigor variables were evaluated, after crop pruning it was evaluated productivity (bags of processed coffee ha⁻¹), fruit maturation, percentage of floating grains, grain size (grain percentage sieve 17 and above) and vegetative vigor. Furthermore, the sensory evaluation was performed on 10 of the beverage pre-selected progeny resistant to *M. exigua*. The data were subjected to analysis of variance and the Scott-Knott test at the level of 5% significance. The progenies 9 (514-7-4-C130), 10 (493-1-2-C134) and 19 (518-2-10-C408) stood out in the evaluated agronomic characteristics, presenting good productivity, low percentage of cut grains, good vigor and satisfactory grain size, surpassing, in general, all evaluated cultivars. All genotypes that underwent sensory evaluation showed potential in the production of specialty coffees. Progenies 2 (436-1-4-C26), 12 (518-2-6-C182), 13 (514-7-16-C208), 15 (493-1-2-C218) and 20 (514- 5-2-C494) conditioned a drink classified as excellent, standing out from the other evaluated genotypes.

Keywords: *Coffea arabica* L. Timor Hybrid. Sensory quality. Skeleton pruning.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, como maior produtor e exportador de café, torna-se cada vez mais influente no agronegócio cafeeiro (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2020). Entretanto altos custos de insumos agrícolas, infestações de pragas e doenças e práticas inadequadas de manejo da lavoura elevam o custo de produção e faz com que os cafeicultores busquem alternativas para a redução de custos e aumento da lucratividade. É crescente a busca por maior eficiência no uso de insumos, o que torna o melhoramento genético um importante método para obter cultivares com características agronômicas e sensoriais desejáveis. Nesse sentido, as pesquisas visam a ganhos em produtividade, introdução de resistência a doenças e pragas e melhorias na qualidade da bebida (CARVALHO *et al.*, 2006, 2011; CHALFOUN *et al.*, 2013; FERREIRA *et al.*, 2013; REZENDE *et al.*, 2013a; REZENDE *et al.*, 2015). As cultivares melhoradas, descendentes do “Híbrido de Timor”, apresentam alta variabilidade para a qualidade da bebida (CARVALHO *et al.*, 2011), assim, mais estudos são necessários para a seleção das melhores progênies e cultivares com essa característica.

Meloidogyne exigua é a espécie de nematoide de maior importância por sua ampla disseminação e capacidade adaptativa em diversas regiões. Essa espécie de nematoide pode provocar alterações no estado nutricional do cafeeiro e, conseqüentemente, na produtividade (VILLAIN; SALGADO; TRINH, 2018), causando 45 % de perdas (BARBOSA *et al.*, 2004), além das perdas indiretas como a menor tolerância ao frio, à seca e à perda parcial na eficiência de utilização de fertilizantes (SALGADO; CARNEIRO; PINHO, 2011).

A erradicação dos nematoides em área infestada é praticamente impossível. Além disso, os nematicidas utilizados para a cultura do café têm custo elevado e são tóxicos a outros organismos, representando um risco à segurança humana e ambiental (SALGADO *et al.*, 2019). Assim, a resistência de plantas é considerada como uma das principais medidas de manejo dos nematoides, por ser um método seguro, econômico e eficaz. Progênies oriundas do cruzamento entre Híbrido de Timor com outras cultivares vêm se mostrando promissoras, aliando altas produtividades com resistência a diversos patógenos que atacam o cafeeiro, inclusive o *M. exigua* (CLARINDO *et al.*, 2013; REZENDE *et al.*, 2014).

A poda e a infestação por nematoides influenciam diretamente a produtividade da lavoura cafeeira. A poda por eliminar tecidos improdutivos das plantas, favorecendo a renovação da lavoura e altas produtividades e os nematoides por depauperamento precoce e ocasionais mortes dos cafeeiros (SÁENZ; LÓPEZ, 2011; THOMAZIELLO *et al.*, 2000).

Portanto o uso de cultivares resistentes é essencial para a sustentabilidade da produção cafeeira, porém é necessário que essas cultivares apresentem características agrônômicas desejáveis, como altas produtividades, boa resposta à poda e boa qualidade de bebida.

A classificação por peneira baseia-se na porcentagem de grãos retidos em peneiras oficiais, as quais consideram o tamanho e o formato dos grãos. Por isso, um café só será classificado em uma determinada peneira quando a porcentagem de grãos retidos for igual ou superior a 90%. Quando o café beneficiado não for classificado por peneiras, ou quando a amostra for muito heterogênea, com grãos retidos em quatro ou mais peneiras, o café é considerado bica corrida, o que influenciará no valor pago ao produtor. Sendo assim, a classificação por peneira permite a seleção dos grãos, de acordo com seu tamanho, separando em grupos que permitem uma torra mais uniforme e obter uma bebida final de melhor qualidade. Logo peneiras maiores apresentam maior rendimento e maior valor comercial (SAMPAIO, 1993; SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL - SENAR, 2017)

O uso de cultivares resistentes é essencial para a sustentabilidade da produção cafeeira. As cultivares melhoradas, descendentes do “Híbrido de Timor”, apresentam alta variabilidade para a qualidade da bebida (CARVALHO *et al.*, 2011), assim, mais estudos são necessários para a seleção das melhores progênies e cultivares com essa característica, porém é necessário que essas cultivares apresentem características agrônômicas desejáveis, como altas produtividades, boa resposta à poda e boa qualidade de bebida.

Este trabalho objetivou selecionar, antes e após a poda tipo esqueletamento, progênies de cafeeiros oriundas do cruzamento de Híbrido de Timor com Catuaí, resistentes ao *M. exigua*, que apresentem boas características agrônômicas e boa qualidade de bebida, cultivadas em área naturalmente infestada por esse nematoide.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma área infestada por *Meloidogyne exigua*, em dezembro de 2000, na Fazenda Ouro Verde, propriedade particular, situada no Município de Campos Altos, na região do Alto Paranaíba de Minas Gerais. A área experimental encontra-se a 19°41'47" de latitude Sul, 46°10'17" de longitude e altitude média de 1230 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Húmico, com textura argilosa e relevo plano (tipo Cwa, segundo Köppen), com temperatura média anual de 17,6 °C com precipitação média anual de 1830 mm (SANTOS *et al.*, 2018). Ressalta-se que a nova lavoura foi implantada, logo após o arranquio da antiga lavoura de café, sem que ocorresse o revolvimento do solo.

2.1 Descrição do experimento

O material utilizado no experimento compreende progênies com potencial para resistência ao nematoide das galhas e cultivares utilizadas como testemunhas (Tabela 1). As progênies estudadas referem-se à quarta geração do cruzamento entre Híbrido de Timor e Catuaí, que foram obtidas no programa de melhoramento genético do cafeeiro conduzido em Minas Gerais, coordenado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e com a participação da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Universidade Federal de Lavras (UFLA).

A lavoura foi implantada no espaçamento de 4,0 x 0,8 m nas entrelinhas e entre plantas, respectivamente. Tanto a implantação quanto a condução da lavoura foram feitas, de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro, sendo as adubações realizadas, conforme a 5ª Aproximação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (GUIMARÃES *et al.*, 1999). Rezende (2012) verificou que a área do experimento apresentava população média de nematoides de 1.342,8 ovos+j2 por grama de raiz.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, compostos por 23 progênies, com potencial para resistência ao nematoide *M. exigua* e sete cultivares utilizadas como testemunhas, com quatro repetições, totalizando 120 parcelas, sendo cada parcela constituída por oito plantas, totalizando 960 plantas de café.

A poda do tipo esqueletamento foi realizada, em agosto de 2015, em que foram eliminadas as partes terminais dos ramos plagiotrópicos do cafeeiro, mantendo de 30 a 40 cm

do ramo ortotrópico. Logo em seguida, realizou-se o decote do ramo ortotrópico, a dois metros de altura do solo e conduziu-se apenas uma brotação acima do ponto de corte.

Tabela 1 - Relação e genealogia das progênes de *Coffea arabica* em geração F₄ avaliadas no município de Campos Altos – MG.

Nº	Progênes/Cultivares	Origem
1	514-5-4-C25	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
2	436-1-4-C26	CV IAC 99 x HT UFV 442-42
3	518-7-6-C71	CV IAC 141 x HT UFV 442-34
4	514-7-14-C73	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
5	514-5-2-C101	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
6	516-8-2-C109	CA IAC 86 x HT UFV 446-08
7	504-5-6-C117	CV IAC 81 x HT UFV 438-01
8	514-5-4-C121	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
9	514-7-4-C130	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
10	493-1-2-C134	CV IAC 44 x HT UFV 446-08
11	505-9-2-C171	CV IAC 81 x HT UFV 438-52
12	518-2-6-C182	CV IAC 141 x HT UFV 442-34
13	514-7-16-C208	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
14	514-7-16-C211	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
15	493-1-2-C218	CV IAC 44 x HT UFV 446-08
16	438-7-2-C233	CA IAC 86 x HT UFV 451-41
17	514-7-16-C359	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
18	514-7-8-C364	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
19	518-2-10-C408	CV IAC 141 x HT UFV 442-34
20	514-5-2-C494	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
21	518-2-4-C593	CV IAC 141 x HT UFV 442-34
22	516-8-2-C568	CA IAC 86 x HT UFV 446-08
23	518-2-6-C685	CV IAC 141 x HT UFV 442-34
24	Catuaí Vermelho IAC 99*	-
25	Catuaí Amarelo IAC 62*	-
26	Topázio MG 1190*	-
27	Rubi MG 1192*	-
28	Acaia Cerrado MG 1474*	-
29	Icatu Precoce IAC 3282*	-
30	Icatu Amarelo IAC 2942*	-

CA: Catuaí Amarelo; CV: Catuaí Vermelho; HT: Híbrido de Timor

*Cultivares utilizadas como testemunha.

Fonte: Do autor (2020).

2.2 Variáveis avaliadas

O vigor vegetativo e a produtividade (sacas ha⁻¹) foram avaliados, antes da poda de esqueletamento, nas safras de 2014 e 2015, bem como na primeira produção, após o esqueletamento, na safra de 2017. As demais variáveis (porcentagem de frutos chochos, maturação dos frutos, classificação de peneira 17 e acima e análise sensorial) foram avaliadas somente na safra de 2017.

2.2.1 Vigor vegetativo

O vigor vegetativo foi avaliado, antes e após a poda, dois dias antes da colheita, sendo atribuídas notas, conforme escala arbitrária de 10 pontos, por três avaliadores calibrados, em que a nota 1(um) se refere às piores plantas, com baixo vigor vegetativo e depauperamento acentuado, e a nota 10 às plantas extremamente vigorosas, enfolhadas, alto crescimento de ramos produtivos, conforme descrito por Carvalho, Mônaco e Fazuoli (1979).

2.2.2 Porcentagem de frutos “chochos” (%)

A porcentagem de frutos “chochos” foi avaliada somente na safra de 2017, após a poda de esqueletamento. No momento da colheita, utilizou-se a metodologia proposta por Antunes Filho e Carvalho (1954), em que foram colocados 100 frutos maduros, em um recipiente com água, sendo adotados como “chochos” os frutos que “boiarem”, ou seja, permanecerem na superfície. Os dados foram expressos em porcentagem.

2.2.3 Maturação dos frutos (%)

A maturação dos frutos foi avaliada somente na safra de 2017, após a poda de esqueletamento. Em cada parcela colheu-se aleatoriamente uma amostra de quase 200 frutos e, em seguida, foram separados em frutos verdes, maduros e passa/secos, e os dados foram expressos em porcentagem.

2.2.4 Peneira 17 e acima (%)

A classificação de peneira 17 e acima foi realizada somente na safra de 2017, após a poda de esqueletamento. Uma amostra com 300 gramas de café, sem impurezas e pedaços de grãos, foi obtida aleatoriamente e, em seguida, passada pelo conjunto de peneiras (19/64 a 12/64 para grãos chatos e 13/64 a 08/64 para grãos tipo moca). Em seguida, somaram-se os pesos dos grãos retidos nas peneiras tamanho 17/64 e acima.

2.2.5 Produtividade (sacas ha⁻¹)

Nas safras de 2014 e 2015, antes do esqueletamento, a produtividade foi medida em litros de “café por derriça total” por parcela, colhidas no mês de junho, com posterior conversão para sacas de 60 Kg de café beneficiado ha⁻¹, de acordo com o rendimento de cada genótipo.

Na safra de 2017, após o esqueletamento, a colheita foi realizada na segunda quinzena do mês de junho, por meio da derriça total dos frutos no pano, com posterior pesagem em kg de “café por derriça total”, seguida da conversão para sacas ha⁻¹ de café beneficiado, de acordo com o rendimento de cada genótipo.

Para o rendimento, foram adotadas amostras de 4 litros de “café por derriça total”, acondicionadas em sacos de polietileno trançado até a secagem atingir ponto próximo a 11,0% de teor de umidade. As amostras foram pesadas, antes da secagem e após o beneficiamento, depois de secas, para determinar o rendimento.

2.2.6 Avaliações sensoriais no café “maduro natural”

A avaliação sensorial do café “maduro natural” foi realizada somente na safra de 2017, após a poda de esqueletamento. Somente 10 das 23 progênies passaram pela análise sensorial, essas progênies foram previamente selecionadas, nessa mesma área experimental, por Rezende et al. (2013b), com base em altas produtividades e potencial à resistência à *Meloidogyne exigua*. Foram usadas como testemunhas as cultivares Catuaí Vermelho IAC 99 e Topázio MG 1190 (Tabela 2). O processo de preparação inicial do lote de café foi feito no terreiro do setor de cafeicultura da EPAMIG Sul, onde foi lavado e, em seguida, selecionaram-se sete litros de frutos maduros de cada parcela experimental. Essas amostras foram secas em peneiras com sombrite, suspensas do terreiro até os frutos apresentarem teor médio de 11% de água e, posteriormente, armazenadas por 30 dias em ambiente refrigerado a 18 °C.

Tabela 2 - Relação e genealogia das progênes em geração F₄ usadas nas avaliações no café “maduro natural”.

Nº	Progênes	Origem
2	436-1-4-C26	CV IAC 99 x HT UFV 442-42
4	514-7-14-C73	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
9	514-7-4-C130	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
10	493-1-2-C134	CV IAC 44 x HT UFV 446-08
12	518-2-6-C182	CV IAC 141 x HT UFV 442-34
13	514-7-16-C208	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
15	493-1-2-C218	CV IAC 44 x HT UFV 446-08
18	514-7-8-C364	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
19	518-2-10-C408	CV IAC 141 x HT UFV 442-34
20	514-5-2-C494	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
24	Catuaí Vermelho IAC 99*	-
26	Topázio MG 1190*	-

CA: Catuaí Amarelo; CV: Catuaí Vermelho; HT: Híbrido de Timor *Cultivares utilizadas como testemunha.

Fonte: Do autor (2020).

As amostras de sete litros de café foram beneficiadas e submetidas à avaliação sensorial (prova de xícara), realizada nos Laboratórios de Classificação e Industrialização de Café do Instituto Federal do Sul de Minas (IFSULDEMINAS), Campus Muzambinho, por três juízes calibrados, de acordo com o protocolo da Associação de Cafés Especiais (SCA), com cinco xícaras por parcela. As amostras (peneira 16 e acima, ausentes de defeitos) foram torradas, segundo a SCA, cuja coloração indicada é de 55# a 65# na escala Agrtron. Os atributos aroma, sabor, finalização, acidez e corpo foram avaliados com notas, em uma escala de 6 a 10 pontos, bem como o equilíbrio entre eles e a bebida de um modo geral. Para cada xícara ausente de defeitos, foram atribuídos 2 pontos e, da mesma forma, para xícara com doçura e uniformes entre si. A nota final foi composta pelo somatório dos dez atributos sensoriais citados.

2.3 Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas, utilizando o software Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2014), em que os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando detectadas diferenças significativas no teste F ($p < 0,05$), aplicou-se o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características agronômicas

As progênes 6, 10, 13, 14 e 19 apresentaram maiores notas de vigor vegetativo antes da poda, com amplitude de 8,4 a 8,8 não diferindo significativamente entre si, superando as cultivares comerciais (Tabela 3). De acordo com Severino *et al.* (2002), o elevado vigor vegetativo se relaciona positivamente com a adaptação do genótipo com o ambiente, refletindo em plantas menos depauperadas.

Também antes da poda, as progênes 2, 4, 5, 9, 12, 15, 17, 18, 20, 21, 22 e a cultivar 25 (Catuaí Amarelo IAC 62) se comportaram na faixa de 7,3 a 8,0 pontos, ainda considerado um bom vigor para as plantas (Tabela 3). As demais progênes apresentaram baixo vigor vegetativo.

Depois da poda, todas as progênes apresentaram notas de vigor com valores variando entre 7,4 e 9,3, com destaque para as progênes 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21 e a cultivar 24 (Catuaí Vermelho IAC 99) que se mostraram superiores às demais.

Com exceção das progênes 6 e 13, todas as outras progênes apresentaram valores de vigor após a poda iguais ou superiores aos de antes da poda, evidenciando a importância dessa prática. Segundo Matiello, Garcia e Almeida (2007), a poda de esqueletamento recupera a estrutura reprodutiva do cafeeiro, podendo promover maiores níveis de produtividade.

O percentual de frutos “chochos” foi subdividido em três grupos, o grupo com menores porcentagens de frutos “chochos” foi composto por 13 genótipos (2, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20 e 23) e seis cultivares das sete utilizadas como testemunhas (24, 25, 26, 27, 28 e 30). No entanto a cultivar 28 apresentou 11,27% de frutos chochos, enquanto as demais progênes apresentaram valores inferiores variando de 5,09% a 9,45% de frutos “chochos” (Tabela 3). Segundo Carvalho *et al.* (2016), o limiar máximo de frutos “chochos” permitido é de 10%. Portanto a cultivar 28 (Acaia Cerrado MG 1474) ultrapassou esse limiar.

As progênes 1, 8, 17, 21 e 22 apresentaram altas porcentagens de frutos “chochos”, não sendo assim interessantes aos programas de melhoramento genético do cafeeiro. De acordo com Carvalho *et al.* (2006), valores próximos a 90% de frutos granados são adotados como satisfatórios pelos melhoristas, durante a avaliação e seleção do cafeeiro, visto que a maior parte das cultivares do mercado apresentam porcentagens semelhantes de frutos granados. A ocorrência de frutos “chochos” é uma anomalia associada a fatores fisiológicos, ambientais e, principalmente, genéticos (FERREIRA *et al.*, 2013). Altas ocorrências desses

frutos é um defeito grave, por conferirem um baixo rendimento ao café beneficiado, uma vez que adubações adequadas e fornecimento de água, na fase de enchimento dos grãos, desfavorecem a ocorrência desses defeitos.

Tabela 3 - Parâmetros agrônômicos médios de vigor vegetativo, antes (2014-2015) e após (2017) a poda, maturação dos frutos (% de verdes, maduros e secos), porcentagem de frutos chochos (%) e de grãos peneira 17 e acima (%) em Campos Altos – MG no ano de 2017.

Progênie/Cultivares ^s	Vigor vegetativo		Maturação dos frutos (2017)			Frutos chochos (%) (2017)	Peneira 17 acima (2017)
	2014-2015	2017	Verde	Maduros	Passa/Secos		
1	6,4 c	7,5 b	26,92 b	49,99 b	23,09 a	16,55 a	30,63 e
2	8,0 b	8,6 a	25,77 b	62,45 a	11,79 a	14,91 b	21,72 f
3	7,1 c	8,4 a	32 a	56,93 a	11,07 a	5,45 c	52,67 b
4	7,8 b	8,6 a	39,4 a	53,11 a	7,5 a	13,09 b	40,96 c
5	7,6 b	8,6 a	38,05 a	39,98 c	21,97 a	6,18 c	34,5 d
6	8,8 a	7,4 b	20,63 b	57,68 a	21,7 a	8,18 c	21,48 f
7	6,7 c	7,8 b	21,99 b	58,83 a	19,18 a	12,73 b	35,09 d
8	7,1 c	8,2 b	41,51 a	46,06 b	12,43 a	18,55 a	33 d
9	7,4 b	9,2 a	36,87 a	55,93 a	7,2 a	6,18 c	43,21 c
10	8,6 a	9,2 a	34,1 a	60,9 a	5 a	5,27 c	58,68 a
11	6,6 c	8,9 a	22,97 b	55,53 a	21,5 a	9,45 c	32,31 e
12	7,3 b	7,8 b	33,8 a	56,46 a	9,74 a	9,09 c	42,28 c
13	8,4 a	8,3 b	24,95 b	66,46 a	8,59 a	8 c	21,24 f
14	8,6 a	8,9 a	25,43 b	63,68 a	10,89 a	6,73 c	17,41 f
15	7,5 b	7,6 b	29,07 b	57,28 a	13,65 a	14,73 b	46,94 b
16	6,0 d	7,6 b	31,3 a	55,83 a	12,87 a	14 b	27,64 e
17	7,3 b	8,4 a	25,3 b	58,96 a	15,74 a	17,09 a	26,18 e
18	7,8 b	9,2 a	26,43 b	49,7 b	23,87 a	7,64 c	15,53 f
19	8,4 a	9,3 a	29,47 b	57,7 a	12,84 a	5,09 c	39,53 c
20	7,9 b	9,2 a	33,9 a	45,27 b	20,83 a	9,09 c	41,22 c
21	7,7 b	8,8 a	24,57 b	56,79 a	18,64 a	21 a	29,76 e
22	7,4 b	8,0 b	25,87 b	57,1 a	17,03 a	21,09 a	44,84 c
23	6,4 c	8,2 b	37,17 a	45,56 b	17,27 a	8,91 c	35,91 d
24	6,9 c	8,5 a	32,73 a	45,88 b	21,4 a	7,27 c	40,34 c
25	7,5 b	7,8 b	39,63 a	50,1 b	10,27 a	5,09 c	35,82 d
26	6,6 c	8,2 b	30,63 a	50,26 b	19,11 a	9,09 c	28,02 e
27	6,9 c	8,0 b	32,57 a	48,2 b	19,23 a	6 c	35,57 d
28	5,8 d	8,2 b	28,51 b	48,49 b	23 a	11,27 c	34,93 d
29	5,3 d	7,8 b	28,93 b	49,3 b	21,77 a	12,18 b	27,68 e
30	6,1 d	8,4 b	28,05 b	49,99 b	21,95 a	6,5 c	18,77 f

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

Fonte: Do autor (2020).

O alto percentual de frutos “chochos” das progênies 1, 8, 17, 21 e 22, eventualmente, pode ter ocorrido em função da poda, uma vez que esse manejo proporciona a morte de parte do sistema radicular e, em consequência, ocasiona maior sensibilidade das plantas às deficiências nutricionais, principalmente, por causa do maior número de brotações, gerando maior necessidade de micronutrientes, como o boro e o zinco, ligados diretamente aos tecidos meristemáticos nas regiões de crescimento dos ramos (MATIELLO; GARCIA; ALMEIDA, 2007). Além disso, as plantas podem apresentar maior sensibilidade às restrições hídricas, sendo que, na fase de granação, o déficit hídrico pode ocasionar o “chochamento” e má granação dos frutos (NASCIMENTO; SPEHAR; SANDRI, 2014).

Na avaliação da maturação dos frutos, não houve diferença estatística entre os genótipos testados, em relação à porcentagem de frutos passa/secos (Tabela 3). Quanto aos frutos maduros, foram formados três grupos. No primeiro grupo, com 17 progênies, os valores variaram entre 53,11 e 66,46%. Essas 17 progênies, por terem maior número de frutos maduros na colheita, mostraram-se mais precoces que todas as cultivares usadas como testemunhas do experimento. O segundo grupo, composto por cinco progênies e as sete cultivares, apresentou porcentagem de frutos maduros entre 45,27 e 50,26%. No terceiro grupo, encontra-se apenas a progênie 5, com 39,98% dos frutos maduros, estando presente também no grupo com maior porcentagem de frutos verdes, mostrando-se o genótipo mais tardio do experimento.

Na característica porcentagem de peneira 17 e acima, houve a formação de seis grupos, com valores que variaram de 15,53% a 58,68% (Tabela 3). A progênie 10 se destacou por diferir estatisticamente de todas as outras e apresentar a maior porcentagem de frutos com peneira 17 e acima (58,68%). Um segundo grupo foi formado pelas progênies 3 e 15, as quais também apresentaram altas porcentagens de grãos considerados graúdos, 52,67% e 46,94%, respectivamente. Percentuais elevados de grãos graúdos evidenciam maior potencial de agregação de valor na comercialização do café, além de indicar boas condições de manejo nutricional e sanitário, durante todas as fases de enchimento dos frutos (NADALETI, 2017).

Um terceiro grupo foi composto por seis progênies (4, 9, 12, 19, 20 e 22) e uma cultivar utilizada como testemunha (24), com percentual de peneira 17 e acima na faixa de 39,53% a 44,84%. O quarto grupo foi formado por quatro progênies (5,7, 8, e 23) e três cultivares utilizadas como testemunha resistente ao nematoide (25, 27 e 28), com valores variando de 33,00% a 35,91% de peneira 17 e acima. Os componentes do quinto grupo apresentaram valores entre 26,18 e 32,51% de grãos com peneira 17 e acima, os quais foram compostos por sete progênies (1, 11, 16, 17 e 21) e duas cultivares (26 e 27). O sexto grupo

foi formado por cinco progênies (2, 6, 13, 14 e 18) e uma cultivar utilizada como testemunha (30), com valores entre 15,53% e 21,72% de grãos com peneira 17 e acima.

Na classificação de peneiras, os grãos de café são qualificados de acordo as dimensões dos crivos das peneiras oficiais que os retém. Essa separação é importante por permitir a seleção das favas por tamanho e, assim, possibilitar uma torra mais uniforme, uma vez que, na torração de “bica corrida”, os grãos graúdos ficam apenas tostados e os miúdos carbonizados (TOLEDO; BARBOSA, 1998). Portanto os programas de melhoramento de cafeeiros buscam genótipos cuja porcentagem de grãos retidos em peneiras de crivo graúdo seja alta, pois quanto maior o tamanho dos grãos, mais uniforme o lote a ser processado, o que influencia diretamente no aspecto físico do produto desejável, sobretudo, para as máquinas de café expresso, em que os grãos torrados ficam expostos ao consumidor (FERREIRA *et al.*, 2013).

Ao avaliar a produtividade média, anterior ao manejo de poda, as progênies 2, 3, 4, 5, 7, 9 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21 e 22 se destacaram das demais, com valores de produtividades maiores que os das testemunhas, variando de 32,27 a 46,62 sacas ha⁻¹ (Tabela 4). As cultivares resistentes (1 a 23) e as susceptíveis (testemunhas 24 a 30) apresentaram uma produtividade média de 34,38 e 26,17 sacas ha⁻¹, respectivamente, o que representa um incremento de 31,37% na produtividade nas cultivares resistentes em relação às susceptíveis.

Ao analisar os dados do primeiro ano, após a poda do tipo esqueletamento, verificou-se que a produtividade variou de 27,9 a 96,6 sacas ha⁻¹, com a formação de cinco grupos. O primeiro grupo foi composto pelas progênies 9, 11, 15, 18, 19, 22 e pelas cultivares 24, e 26 com produtividades variando de 80,6 a 96,6 sacas ha⁻¹, que se destacaram sobre os demais.

Ao analisar a média de 4 safras (2014, 2015, 2016 com safra zero e 2017), quatro progênies se destacaram, sendo elas 9, 10, 18 e 19, variando a produtividade entre 41,4 e 44 sacas ha⁻¹. As cultivares resistentes (1 a 23) e as susceptíveis (testemunhas 24 a 30) apresentaram uma produtividade média de 33,48 e 30,2 sacas ha⁻¹, respectivamente, o que representa um incremento de 10,86% na produtividade nas cultivares resistentes em relação as susceptíveis. Vale destacar que essas quatro progênies também foram anteriormente selecionadas por Rezende *et al.* (2013a, 2015), como resistentes ao *M. exigua*.

Tabela 4 - Produtividade média em sacas por hectare de genótipos de *Coffea arabica*, em área infestada por *Meloidogyne exigua*, no município de Campos Altos – MG.

Progênie/Cultivares	Prod. 2014 e 2015	Prod. 2017	Média 4 safras	Razão
1	31,0 b	62,4 c	31,1 c	100,6
2	36,7 a	69,3 b	35,7 b	94,4
3	32,3 a	71,6 b	34,0 b	110,9
4	36,4 a	52,9 c	31,4 c	72,8
5	33,5 a	49,3 d	29,1 c	73,7
6	28,3 b	27,9 e	21,1 d	49,3
7	35,2 a	61,6 c	33,0 b	87,5
8	25,8 b	55,1 c	26,7 d	106,7
9	40,7 a	85,4 a	41,7 a	104,8
10	46,6 a	78,4 b	42,9 a	84,1
11	32,5 a	90,6 a	38,9 b	139,6
12	32,9 a	50,7 d	29,1 c	77,0
13	36,8 a	66,5 c	35,0 b	90,3
14	34,9 a	46,4 d	29,0 c	66,6
15	32,6 a	90,3 a	38,9 b	138,7
16	26,1 b	59,4 c	27,9 c	113,9
17	36,9 a	42,3 d	29,0 c	57,3
18	39,6 a	96,6 a	44,0 a	121,9
19	41,1 a	83,6 a	41,4 a	101,7
20	36,4 a	60,0 c	33,2 b	82,4
21	33,6 a	48,3 d	28,8 c	72,0
22	36,4 a	80,6 a	38,4 b	110,6
23	24,5 b	69,7 b	29,7 c	142,4
24	28,7 b	84,8 a	35,6 b	147,8
25	30,9 b	53,7 c	28,9 c	86,8
26	29,3 b	84,0 a	35,6 b	143,4
27	30,1 b	70,8 b	32,8 c	117,5
28	18,4 c	60,0 c	24,2 d	163,0
29	17,9 c	63,5 c	24,8 d	177,4
30	27,9 b	62,4 c	29,5 c	111,9
Média	32,5	33,0	32,7	---

*Produtividade média antes da poda (Prod 2014 e 2015), após a poda (Prod 2017), a média de 2014, 2015, 2016-safra zero e 2017 (Média 4 safras) e a razão da média de produtividade no biênio após a poda (2016-2017) pela média no biênio anterior à poda (2014-2015)

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

Fonte: Do autor (2020).

A razão entre a produtividade do biênio pós-poda pelo biênio anterior à poda demonstra a responsividade das progênie à poda tipo esqueletamento. Nesse quesito, destacam-se as progênie 11, 15 e 18 e a cultivar 24 (Catuaí Vermelho IAC 99) e 26 (Topázio MG 1190), apresentando um aumento na produtividade na ordem de 39,6%, 38,71%, 21,91%,

47,84% e 43,39%, respectivamente (Tabela 4). A progênie 23 e as cultivares 28 (Acaia Cerrado MG 1474) e 29 (Icatu Precoce IAC 3282) também apresentaram alta responsividade a poda, porém não são consideradas destaque, por não apresentarem altas produtividades nem antes e nem após a poda.

Ainda sobre a produtividade das progênies, vale destacar as progênies 9, 11, 15, 18, 19 e 22 que obtiveram médias superiores às demais tanto no biênio anterior à poda, quanto no biênio pós-poda.

Quando comparamos a produtividade média dos biênios antes e após a poda das 10 progênies consideradas resistentes (progênies 2, 4, 9, 10, 12, 13, 15, 18, 19 e 20) ao *M. exigua* (REZENDE *et al.*, 2013a), observa-se que as progênies 9, 13, 15, 18 e 19 apresentaram um aumento produtividade média do biênio pós-poda e as progênies 2, 4, 10, 12 e 20 apresentaram decréscimo na produtividade.

Dos cafeeiros considerados suscetíveis por Rezende *et al.* (2013), as progênies 3, 8, 11, 16, 22, 23 e as cultivares Catuaí Vermelho IAC 99, Topázio MG 1190, Rubi MG 1192, Acaia Cerrado MG 1474, Icatu Precoce IAC 3282, Icatu Amarelo IAC 2942 apresentaram aumento na produtividade do biênio pós-poda. Por outro lado, as progênies 5, 6, 7, 14, 17, 21 e a cultivar Catuaí Amarelo IAC 62 apresentaram um decréscimo na produtividade e a progênie 1 apresentou produtividade igual nos dois biênios.

Portanto, neste trabalho, a poda influenciou de modo variável as progênies resistentes ao *M. exigua*, não sendo possível estabelecer uma relação entre a resistência a nematoides e a responsividade à poda.

3.2 Avaliações sensoriais

Das progênies resistentes ao *M. exigua* e submetidas à análise sensorial, três grupos foram formados quanto à nota final da qualidade de bebida (Tabela 5). O primeiro grupo foi composto pelas progênies 12, 13 e 15, com notas variando entre 86,2 a 87,2 pontos de acordo com o protocolo da SCA. No segundo grupo, estão as progênies 2 e 20 com notas finais 85,2 e 85,3, respectivamente. No terceiro grupo, as progênies 4, 9, 10, 18, 19 e as cultivares 24 e 26, com notas que variaram entre 82,9 e 84,4.

Tabela 5 - Atributos sensoriais médios: fragrância, uniformidade (Uniform.), ausência de defeitos (Aus. Def.), doçura, sabor, acidez, corpo, finalização (Finaliz.), equilíbrio (Equil.), geral e pontuação total (Total), dos genótipos cultivados em Campos Altos em 2017.

Progênie	Fragran.	Uniform.	Aus. Def	Doçura	Sabor	Acidez	Corpo	Finaliz.	Equil.	Geral	Total
2	7,9 b	10,0 a	10,0 a	10,0 a	8,0 b	7,9 a	8,0 c	7,9 b	7,8 b	7,7 b	85,2 b
4	7,6 c	10,0 a	10,0 a	10,0 a	7,8 b	7,5 b	7,8 d	7,8 b	7,5 c	7,4 b	83,4 c
9	7,6 c	10,0 a	10,0 a	10,0 a	7,8 b	7,5 b	7,9 c	7,9 b	7,5 c	7,6 b	83,8 c
10	7,6 c	10,0 a	10,0 a	10,0 a	7,6 c	7,4 b	7,7 d	7,6 b	7,6 c	7,5 b	82,9 c
12	8,1 a	10,0 a	10,0 a	10,0 a	8,2 a	8,1 a	8,2 b	8,2 a	7,9 b	8,0 a	86,7 a
13	8,0 a	10,0 a	10,0 a	10,0 a	8,3 a	7,8 a	8,1 b	8,3 a	7,8 b	7,8 a	86,2 a
15	8,1 a	10,0 a	10,0 a	10,0 a	8,3 a	8,0 a	8,3 a	8,3 a	8,2 a	8,1 a	87,2 a
18	7,6 c	10,0 a	10,0 a	10,0 a	7,9 b	7,6 b	8,0 c	7,8 b	7,6 c	7,5 b	83,9 c
19	7,7 c	10,0 a	10,0 a	10,0 a	7,9 b	7,6 b	7,9 c	7,8 b	7,8 b	7,6 b	84,4 c
20	7,8 b	10,0 a	10,0 a	10,0 a	8,2 a	7,7 b	8,0 c	8,2 a	7,7 c	7,7 b	85,3 b
24	7,8 b	10,0 a	10,0 a	10,0 a	7,8 b	7,6 b	8,0 c	7,8 b	7,7 c	7,6 b	84,2 c
26	7,8 b	10,0 a	10,0 a	10,0 a	7,8 b	7,5 b	7,9 c	7,8 b	7,5 c	7,6 b	83,9 c

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

Fonte: Do autor (2020).

A metodologia de análise sensorial da SCA adota como cafés especiais aqueles com notas iguais ou superiores a 80 pontos, portanto todas as progênie testadas apresentaram potencial na produção de cafés especiais. Cafés que apresentam notas acima de 85, como os do primeiro e segundo grupo, são classificados como excelentes (LINGLE, 2011).

Alguns cafeeiros descendentes de Híbrido de Timor apresentam alto potencial na produção de cafés especiais diferenciados, com médias superiores aos grupos Bourbon, Caturra e cultivares tradicionais (SOBREIRA *et al.*, 2015). Chalfoun *et al.* (2013) também encontraram resultados semelhantes, em que as cultivares derivadas do Híbrido de Timor superaram cultivares de Catuaí e Bourbon em relação à qualidade de bebida.

Na avaliação sensorial (prova de xícara), além da nota final do café, é importante discriminar as notas obtidas, em todos os atributos sensoriais avaliados que compõem a qualidade final da bebida, assim como descrever as características peculiares encontradas em determinada amostra. Nesse contexto, as progênie testadas apresentaram uniformidade, presença de doçura e ausência de defeitos, em todas a xícaras avaliadas, por isso, todas elas obtiveram nota 10 nesses quesitos (Tabela 5). No atributo fragrância, destacaram-se as progênie 12, 13 e 15, com notas variando de 8,0 a 8,1. No atributo sabor, destacaram-se as progênie 12, 13, 15 e 20, com notas variando de 8,2 a 8,3. Para acidez, destacaram-se as progênie 2, 12, 13 e 15, com notas variando entre 7,8 e 8,1. Já para o atributo corpo, apenas a progênie 15 se destacou, com a nota 8,3. Em finalização, destacaram-se as progênie 12, 13,

15 e 20. No atributo equilíbrio, a progênie 15 mais uma vez se sobressaiu às outras com a nota 8,2. Por último, no atributo geral, destacaram-se as progênies 12, 13 e 15.

Na maioria dos atributos avaliados, as progênies testadas superaram as cultivares testemunhas 24 (Catuaí Vermelho IAC 99) e 26 (Topázio MG 1190), exceto os atributos uniformidade, ausência de defeitos e doçura, em que todos os genótipos testados receberam nota 10. Dentre todas as progênies avaliadas, a progênie 15 destacou-se por ter se sobressaído em todos os atributos avaliados e apresentado nota final de 87,2.

4 CONCLUSÃO

As progênies 9 (514-7-4-C130), 10 (493-1-2-C134), 18 (514-7-8-C364) e 19 (518-2-10-C408) se destacaram, em relação às características agronômicas avaliadas, como baixa porcentagem de grãos chochos, bom vigor, boa porcentagem de frutos maduros, tamanho de grão adequados e, principalmente, boa produtividade, além de apresentarem bebida acima de 80 pontos, com potencial de produção de cafês especiais.

As progênies 2 (436-1-4-C26), 12 (518-2-6-C182), 13 (514-7-16-C208), 15 (493-1-2-C218) e 20 (514-5-2-C494) apresentaram bebida classificada como excelente, destacando-se das demais.

As progênies 11 (505-9-2-C171), 15 (493-1-2-C218) e 18 (514-7-8-C364) apresentaram boa responsividade à poda e potencial para serem conduzidas em lavoura com o sistema safra zero em área infestada por *Meloidogyne exigua*.

REFERÊNCIAS

- 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.
- BARBOSA, D. H. S. G. *et al.* Field estimates of coffee yield losses and damage threshold by *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 49-54, jan. 2004.
- CARVALHO, A. M. *et al.* Seleção de progênies de cafeeiros do grupo Catuaí. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 244–254, abr./jun. 2016.
- CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento do cafeeiro XL: estudos de progênies e híbridos de café Catuaí. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 22, p. 202-216, nov. 1979.
- CARVALHO, G. R. *et al.* Melhoramento genético do café visando à qualidade de bebida. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p. 30-38, mar./abr. 2011.
- CARVALHO, G. R. *et al.* Seleção de progênies oriundas do cruzamento entre Catuaí e Mundo Novo em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 583-590, 2006.
- CHALFOUN, S. M. *et al.* Sensorial characteristics of coffee (*Coffea arabica* L.) varieties in the alto Paranaíba region. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 1, p.43-52, jan./mar. 2013.
- CLARINDO, W. R. *et al.* Following the track of “Híbrido de Timor” origin by cytogenetic and flow cytometry approaches. **Genetic Resources and Crop Evolution**, [S.l.], v. 60, p. 2253–2259, 2013.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Café - Acompanhamento da Safra Brasileira. **Observatório Agrícola**, Brasília, v. 6, n. 4, p. 1-45, dez. 2020.
- 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.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, mar./abr. 2014.
- GUIMARÃES, P. T. G. *et al.* Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES, V. H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 1999. p. 289-302.
- LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook**: a systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. Long Beach, CA: Specialty Coffee Association of America, 2011. 66 p.
- 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.

NADALETI, D. H. S. **Respostas ao esqueletamento de progênies de Coffea arábica L.: produtividade e qualidade.** 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

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

REZENDE, R. M. *et al.* Agronomic traits of coffee tree progenies from Timor hybrid x Catuaí crossing. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 5, p. 775–780, maio 2014.

REZENDE, R. M. *et al.* Genetic gain prediction in coffee progênies derived from the cross between Híbrido de Timor and Catuaí cultivars. **African Journal of Agricultural Research**, [S.l.], v. 10, n. 46, p. 4252–4257, Nov. 2015.

REZENDE, R. M. *et al.* Resistance of *Coffea arabica* progenies in field conditions infested by *Meloidogyne exigua*. **Nematropica**, Bradenton, v. 43, n. 2, p. 233–240, Dec. 2013a.

REZENDE, R. M. *et al.* Resistência de progênies de *Coffea arabica* em área infestada por *Meloidogyne exigua*. **Nematropica**, Bradenton, v. 42, n. 2, p. 233–240, Dec. 2013b.

REZENDE, R. M. **Identificação e seleção em campo de progênies de cafeeiros resistentes ao *Meloidogyne exigua*.** 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

SÁENZ, A. A.; LÓPEZ, N. J. C. Life cycle and pathogenicity of native isolate *Heterorhabditis* sp. SL0708 (Rhabditida: Heterorhabditidae). **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 37, n. 1, p. 43–47, June 2011.

SALGADO, S. M. L.; CARNEIRO, R. M. D. G.; PINHO, R. S. C. **Aspectos técnicos dos nematoides parasitas do cafeeiro.** Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 60 p. (EPAMIG - Boletim Técnico, nº 98).

SALGADO, S. M. L. *et al.* Nematoides associados a cultura do cafeeiro: espécies, danos e controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 40, p. 79, 2019.

SAMPAIO, J. B. R. **Colheita e preparo do café brasileiro: aspectos qualitativos.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1993. 21 p. (EMABRAPA-CPAC - Documentos, nº 50).

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema brasileiro de classificação do solo.** 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Café: classificação e degustação.** Brasília, DF: SENAR, 2017. 112 p. (Coleção Senar, nº 192).

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.

SOBREIRA, F. M. *et al.* Sensory quality of arabica coffee (*Coffea arabica*) genealogic groups using the sensorgram and content analysis. **Australian Journal of Crop Science**, Sidney, v. 9, n. 6, p. 486-493, June 2015.

THOMAZIELLO, R. A. *et al.* **Café arábica**: cultura e técnicas de produção. Campinas: Instituto Agronômico, 2000. 82 p. (Boletim Técnico, nº 187).

TOLEDO, J. L. B. de; BARBOSA, A. T. **Classificação e degustação de café**. Brasília: Sebrae, 1998. 95 p. (Série Agronegócios).

VILLAIN, L.; SALGADO, S. M. L.; TRINH P, Q. Nematodes parasites of coffee and cocoa. *In*: SIKORA, R. A. *et al.* (ed.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Boston: CAB International, 2018. p. 536-583.

**ARTIGO 2 - DESEMPENHO AGRONÔMICO DE PROGÊNIES DE CAFÉ ARÁBICA
CULTIVADAS EM ÁREAS INFESTADAS COM NEMATOIDES DO GÊNERO**

Meloidogyne spp

**Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2018) e formatado de acordo com o
Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.**

RESUMO

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* se reproduzem rapidamente e causam efeitos destrutivos às raízes das plantas. As espécies *M. exigua* e *M. paranaensis* parasitam as raízes do cafeeiro reduzindo a produtividade com prejuízo econômico ao produtor. Este trabalho objetivou avaliar o comportamento e selecionar progênies resistentes ao *M. exigua* e *M. paranaensis* com características agronômicas superiores às cultivares tradicionais. Dois experimentos foram conduzidos em diferentes regiões. O primeiro, em uma área infestada por *M. exigua*, situada na região do Campo das Vertentes em Minas Gerais, no qual compararam-se a produtividade; a reação das progênies ao nematoide; a porcentagem de frutos verdes, maduros, secos e chochos; a população de nematoides nas raízes e a resistência ao nematoide em 10 progênies, com potencial para resistência ao *M. exigua*, em relação às testemunhas (cultivares Catuaí Vermelho IAC 99 como suscetível, IPR 100 e Paraíso MG H 419-1 como resistentes). O segundo experimento foi realizado, na região do Sudoeste de Minas Gerais, em uma área infestada por *M. paranaensis* e avaliaram-se a produtividade, a reação das progênies ao nematoide, classificação de peneira 17 e acima e a população de nematoides nas raízes de 10 progênies de café, com potencial para resistência ao nematoide em comparação a testemunha suscetível (Catuaí Vermelho IAC 99) e resistente (IPR 100). Em relação ao *M. exigua*, as progênies 3 (514-7-4-C130-MST9) e 6 (514-7-16-C208-MS13) apresentaram potencial de resistência, em função da baixa população nas raízes e destaque nas avaliações das características agronômicas. Na área infestada com *M. paranaensis*, as progênies 2 (514-7-14-C73-MST4), 5 (518-2-6-C182-MST12) e 7 (493-1-2-C218-MST15) se sobressaíram, em relação às outras progênies, nos quesitos produtividade, reação da planta ao nematoide, o que pode indicar resistência moderada a esse nematoide. Além disso, a progênie 7 também se destacou em classificação de peneira. Novos estudos sobre essas progênies são necessários para a seleção de genótipos resistentes ao *M. paranaensis*.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L. *Meloidogyne exigua*. *Meloidogyne paranaensis*. Híbrido de timor. Resistência a nematoides.

ABSTRACT

Nematodes of the genus *Meloidogyne* reproduce quickly and cause destructive effects on plant roots. The species *M. exigua* and *M. paranaensis* parasitize the roots of the coffee tree, reducing productivity with economic damage to the producer. This work aimed to evaluate the behavior and select progenies resistant to *M. exigua* and *M. paranaensis* with agronomic characteristics superior to traditional cultivars. Two experiments were conducted in different regions. The first in an area infested by *M. exigua* located in the region of Campo das Vertentes in Minas Gerais. The following variables were evaluated: productivity; the reaction of the progenies to the nematode; the percentage of green, ripe, dry and chochos fruits; the nematode population in the roots and the nematode resistance in 10 progenies, with potential for resistance to *M. exigua*, in relation to the controls (cultivars Catuaí Vermelho IAC 99 as susceptible, IPR 100 and Paraíso MG H 419-1 as resistant). The second experiment was carried out in the Southwest region of Minas Gerais, in an area infested by *M. paranaensis*. In this it was evaluated the productivity, the reaction of the progenies to the nematode, sieve classification 17 and above and the nematode population in the roots of 10 coffee progenies, with potential for nematode resistance compared to susceptible (Catuaí Vermelho IAC 99) and resistant (IPR 100) controls. In relation to *M. exigua* progenies 3 (514-7-4-C130-MST9) and 6 (514-7-16-C208-MS13) have potential for resistance due to the low population in the roots and prominence in the evaluation of the characteristics agronomic. In the area infested with *M. paranaensis*, progenies 2 (514-7-14-C73-MST4), 5 (518-2-6-C182-MST12) and 7 (493-1-2-C218-MST15) stood out in relation to other progenies in terms of productivity, plant reaction to the nematode, which may indicate moderate resistance to this nematode. In addition, progeny 7 also stood out in the sieve classification. Further studies on these progenies are needed to select genotypes resistant to *M. paranaensis*.

Keywords: *Coffea arabica* L. *Meloidogyne exigua*. *Meloidogyne paranaensis*. Timor Hybrid. Nematode resistance.

1 INTRODUÇÃO

Na cafeicultura, os nematoides são um dos principais fatores que contribuem para a redução da produção, pois parasitam as raízes durante praticamente todo o ciclo da cultura (SALGADO; REZENDE, 2010). Muitas pesquisas visam ganhos em produtividade aliados à resistência a pragas e doenças. Dentre essas, o melhoramento genético tem sido uma importante ferramenta à obtenção de cultivares resistentes ou tolerantes aos nematoides, principalmente, aos nematoides de galhas (*Meloidogyne* spp).

Os nematoides das galhas interferem negativamente no crescimento e desenvolvimento do cafeeiro, por serem microrganismos do solo que parasitam as raízes durante praticamente todo o ciclo da cultura. Assim, esses parasitas comprometem o desenvolvimento das plantas, uma vez que as raízes são fundamentais para o suporte e absorção de água e nutrientes. A rápida disseminação associada aos danos severos, bem como a capacidade de parasitar outras espécies vegetais comuns nas lavouras de café, confirmam o potencial dos nematoides em causar prejuízos econômicos ao cafeicultor (VILLAIN; SALGADO; TRINH, 2018).

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* são endoparasitas sedentários, que se alimentam de uma ou mais células da raiz em um mesmo local ou sítio de alimentação. Dentro desse gênero, a espécie *Meloidogyne paranaensis* ocorre em menor frequência que a *Meloidogyne exigua*, porém é a mais agressiva, ou seja, uma das que mais causa danos à lavoura de café e a mais disseminada nos cafezais brasileiros (SALGADO; REZENDE, 2010; VILLAIN; SALGADO; TRINH, 2018). O *M. exigua* forma grande quantidade de galhas nas raízes, o que prejudica, consideravelmente, a absorção de água e nutrientes, além de favorecer a ação de fungos, sendo possível observar extensas áreas necrosadas, mas dificilmente acarretará a morte das plantas (SALGADO *et al.*, 2019; VILLAIN; SALGADO; TRINH, 2018).

O *M. paranaensis* causa a destruição do sistema radicular da planta, além de ser altamente persistente no solo e apresentar inúmeros hospedeiros. As raízes parasitadas por esse nematoide apresentam descascamento e rachaduras, com pontos de engrossamento denominados lesões do tipo “cancro” e descortização (CASTRO *et al.*, 2008) e lesões necróticas (SALGADO; CARNEIRO; PINHO, 2011). As fêmeas de *M. paranaensis* são encontradas em raízes mais velhas, nas quais formam massas de ovos mais internas, alimentam-se de células maiores, causando assim danos nos tecidos circundantes e, em decorrência, a morte e redução do sistema radicular do cafeeiro. Assim, a intolerância e

suscetibilidade das plantas da espécie *C. arabica* a esses nematoides torna-se um fator limitante para a implantação de cafezais em áreas infestadas, tanto quanto na manutenção de lavouras recentemente infestadas (OLIVEIRA *et al.*, 2011; RAMALHO; CARVALHO; NUNES, 2013). O controle de fitonematoides é difícil de ser realizado e sua erradicação é praticamente impossível em áreas infestadas (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2007). Portanto há uma grande necessidade de desenvolvimento de cultivares resistentes, para as regiões tradicionais da cafeicultura, por representar uma medida eficiente de controle de nematoides.

O melhoramento genético é uma importante ferramenta para a obtenção de cultivares resistentes aos nematoides de galhas. Porém ressalta-se que esse é um processo longo e oneroso (OLIVEIRA *et al.*, 2011; RAMALHO; CARVALHO; NUNES, 2013). Atualmente, a cafeicultura conta com poucas cultivares registradas resistentes ao *M. paranaensis*, identificadas em *C. canephora* (SERA *et al.*, 2006) e em cafés arábica com introgressão de genes de *C. canephora*, como os genótipos derivados de “Icatu” (SHIGUEOKA *et al.*, 2016a), “Híbrido de Timor” (SALGADO; REZENDE; NUNES, 2014) e “Sarchimor” (SHIGUEOKA *et al.*, 2016b). Alguns acessos de *C. arabica* da Etiópia também mostraram resistência a esse nematoide (FATOBENE *et al.*, 2017). Em 2012, o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), lançou a cultivar de café arábica IPR 100, que apresenta resistência à *M. paranaensis* e *M. incognita* e, em 2017, outra cultivar de café arábica resistente à *M. paranaensis*, denominada IPR 106 (SERA *et al.*, 2017). No entanto ainda são necessários estudos que correlacionem a resistência aos nematoides de galhas com características agronômicas superiores.

Assim, este trabalho objetivou selecionar progênies resistentes ao nematoide *M. exigua* e *M. paranaensis* que apresentem características agronômicas superiores às cultivares tradicionais cultivadas na região do Campo das Vertentes – MG e na região do Sudoeste de Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado nos experimentos são progênies em geração F4:5 do cruzamento entre Híbrido de Timor e Catuaí, obtidas no programa de melhoramento genético do cafeeiro conduzido em Minas Gerais, coordenado pela EPAMIG e com participação da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e da Universidade Federal de Lavras (UFLA) (Tabela 1). Essas progênies foram previamente selecionadas por Rezende *et al.* (2013), como resistentes ao *M. exigua*, em área naturalmente infestada no município de Campos Altos – MG.

Tabela 1 - Relação e genealogia das progênies de *Coffea arabica* em geração F_{4:5}, oriundas do cruzamento entre Híbrido de Timor e Catuaí, instaladas nos experimentos realizados na região do Campo das Vertentes e Sudoeste de Minas Gerais.

Nº	Progênies/Cultivares	Origem
1	436-1-4-C26-MST2	CV IAC 99 x HT UFV 442-42
2	514-7-14-C73-MST4	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
3	514-7-4-C130-MST9	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
4	493-1-2-C134-MST10	CV IAC 44 x HT UFV 446-08
5	518-2-6-C182-MST12	CV IAC 141 x HT UFV 442-34
6	514-7-16-C208-MS13	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
7	493-1-2-C218-MST15	CV IAC 44 x HT UFV 446-08
8	514-7-8-C364-MST18	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
9	518-2-10-C408-MST19	CV IAC 141 x HT UFV 442-34
10	514-5-2-C494-MST20	CA IAC 86 x HT UFV 440-10
11 ¹	Catuaí Vermelho IAC 99	-
12 ²	IPR 100	-
13 ²	Paraíso MG H 419-1	-

¹ Cultivar utilizada como testemunha suscetível ao nematoide *M. exigua*.

² Cultivares utilizadas como testemunhas resistentes ao nematoide *M. exigua*.

CA: Catuaí Amarelo; CV: Catuaí Vermelho; HT: Híbrido de Timor.

Fonte: Do autor (2020).

O preparo das mudas, a implantação e condução dos cafeeiros nos dois experimentos seguiram as recomendações técnicas para a cultura (GUIMARÃES *et al.*, 1999). O manejo fitossanitário foi realizado preventiva ou curativamente, por meio de produtos químicos, conforme a sazonalidade da ocorrência de pragas e de doenças. O controle químico do nematoide na área não foi realizado, visando à identificação e seleção de progênies resistentes ao *M. exigua* e *M. paranaensis*.

2.1 Descrição do experimento na região do Campo das Vertentes em Minas Gerais

O primeiro experimento foi conduzido na Fazenda da Lagoa, pertencente ao Neumann Kaffee Gruppe (grupo NKG), propriedade particular, situada no município de Santo Antônio do Amparo, na região do Campo das Vertentes em Minas Gerais, em uma área infestada por *Meloidogyne exigua*. A área experimental encontra-se a 1100 m de altitude, 20° 54' 18.4" de latitude sul e 44° 52' 17.5" de longitude oeste. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, e o clima da região como tropical de altitude (tipo Cwa, segundo Köppen), com temperatura média anual de 19,6 °C, inverno seco e verão chuvoso, com média anual de pluviosidade de 1648 mm (SANTOS *et al.*, 2018).

Treze genótipos, oriundos de mistura de sementes de plantas de café pré-selecionadas por Rezende *et al.* (2013), foram plantados com a finalidade de identificar e selecionar as resistentes ao *M. exigua*. E 10 progênies com potencial para resistência ao nematoide das galhas foram comparados à cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 como testemunha suscetível e as cultivares IPR 100 e Paraíso MG H 419-1 como testemunhas resistentes (Tabela 1).

As mudas das referidas progênies foram preparadas na Estação Experimental de Lavras, localizada na região do Campus da UFLA com plantio realizado em janeiro de 2013, no espaçamento de 3,40 x 0,80 m nas entrelinhas e entre plantas, respectivamente, correspondendo a uma área total de 990 m² e o experimento conduzido até agosto de 2018. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, compostos por 10 progênies, com potencial para resistência ao nematoide *M. exigua* e 3 cultivares utilizadas como testemunhas, com quatro repetições, totalizando 52 parcelas, sendo cada parcela constituída por sete plantas, totalizando 364 plantas de café. Para a identificação e seleção de progênies resistentes ao *M. exigua* na área as variáveis foram avaliadas durante as safras de 2015, 2016, 2017 e 2018.

2.2 Descrição do experimento na região do Sudoeste de Minas Gerais

O segundo experimento foi instalado, em dezembro de 2012, em uma propriedade particular, situada no município de Piumhi, na região do Sudoeste de Minas Gerais, em uma área infestada por *Meloidogyne paranaensis*. A área experimental encontra-se a 1.100 m de altitude, 20°26'15.7" de latitude sul e 46°00'45.4" de longitude oeste. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, e o clima da região como tropical de altitude (tipo Cwa,

segundo Köppen), com temperatura média anual de 20,6 °C, inverno seco e verão chuvoso, com média anual de pluviosidade de 1.542 mm (SANTOS *et al.*, 2018).

O material utilizado no experimento compreende 10 progênes previamente selecionadas por Rezende *et al.* (2013) como resistentes ao *M. exigua*. As cultivares Catuaí Vermelho IAC 99 e IPR 100 foram utilizadas como testemunhas suscetíveis e resistente ao *M. paranaensis*, respectivamente (Tabela 1). Para a identificação e seleção de progênes resistentes ao *M. exigua* na área, as variáveis foram avaliadas durante as safras de 2016 e 2017. O delineamento estatístico do experimento foi em blocos ao acaso, composto por doze materiais genéticos e quatro repetições, totalizando 48 parcelas, sendo cada parcela constituída por dez plantas, totalizando 480 plantas de café.

2.3 Variáveis avaliadas

No experimento realizado na região do Campo das Vertentes, avaliaram-se as variáveis produtividade, maturação dos frutos (porcentagem de frutos verdes, maduros e secos), porcentagem de frutos “chochos”, reação das progênes aos nematoides na área infestada e comportamento das progênes ao *M. exigua*. No experimento conduzido na região Sudoeste de Minas Gerais, foram avaliadas as variáveis produtividade, classificação de peneira, reação das progênes aos nematoides na área infestada, população inicial de *M. paranaensis* na área experimental no Bioteste e população de *M. paranaensis* nas progênes.

2.3.1 Produtividade

A produtividade, em sacas de café beneficiado por hectare, foi determinada, após a colheita realizada no mês de julho de cada ano agrícola, bem como a produção em litros de “café da roça” feita em cada parcela. Posteriormente, os dados coletados foram convertidos para sacas de 60 kg de café beneficiado.ha⁻¹ de acordo com o rendimento de cada genótipo.

Para o rendimento, foram coletadas amostras de 4 litros de café, obtidos por derriça de todos os grãos das plantas da parcela experimental e acondicionadas em sacos de polietileno trançado até os frutos atingirem 11,0% de teor de umidade. As amostras foram pesadas, antes da secagem e após o beneficiamento, para determinar o rendimento.

2.3.2 Reação das progênes aos nematoides na área infestada

O comportamento das progênes de café ao *M. exigua* foi avaliado em 2017 e 2018 e ao *M. paranaensis* em 2016 e 2017, por meio da quantificação da população do nematoide nas raízes. A partir de amostra de solo e raízes retiradas à profundidade de 20-40 cm, nos dois lados perpendiculares à linha de plantio de cada planta, foi formada uma amostra composta de aproximadamente 300 gramas de solo e raízes. No laboratório o solo, foi peneirada e obtida uma amostra composta de 100 g de raízes de cada parcela experimental. Em seguida, as raízes foram lavadas, retirado o excesso de água em papel absorvente e, a seguir, pesados 15 gramas de raízes para a quantificação do número de galhas. Nas raízes remanescentes, ovos e juvenis de segundo estágio (J2) foram extraídos, segundo metodologia descrita por Hussey e Barker (1973). A população de ovos + J2 de *M. exigua* por grama de raiz foi quantificada sob microscópio biológico de objetiva invertida utilizando lâmina de contagem.

A parte aérea dos cafeeiros foi avaliada, empregando-se a escala de notas, adaptada de Carneiro (1995), de acordo com o aspecto visual da parte aérea das plantas, sendo as notas 0 (planta extremamente depauperada ou morta); 1 (plantas severamente envaregadas e com poucas folhas); 2 (plantas com moderado envaregamento e com folhas pequenas, mal formadas, manchadas, com sintomas de deficiência nutricional e acentuada queda); 3 (plantas sem envaregamento e amarelecimento), 4 (planta sem sintomas de desfolha, amarelecimento e crescimento reduzido) e 5 (plantas com excelente vigor vegetativo).

2.3.3 Porcentagem de frutos verdes, maduros e secos

A determinação da uniformidade de maturação dos frutos foi realizada, no experimento realizado na região do Campo das Vertentes, separando-se uma amostra aleatória de aproximadamente 200 frutos colhidos, os quais foram classificados como frutos verdes, maduros e secos. O número obtido, para cada classificação, foi transformado em porcentagem em relação ao total avaliado e os dados expressos em porcentagem.

2.3.4 Porcentagem de frutos “chochos”

A porcentagem de frutos “chochos” foi determinada, no experimento realizado na região do Campo das Vertentes, no momento da colheita, conforme metodologia proposta por Antunes Filho e Carvalho (1954), em que se colocaram 100 frutos maduros em um recipiente

com água, sendo considerados como “chochos” os frutos que “boiarem”, ou seja, os que permaneceram na superfície da água. Os dados foram expressos em porcentagem.

2.3.5 Classificação de peneira

Após o beneficiamento da colheita do ano de 2017, na lavoura situada na região Sudoeste de Minas Gerais, os frutos foram classificados na peneira 17 e acima. Uma amostra com 300 gramas de café sem impurezas e pedaços de grãos foi passada pelo conjunto de peneiras 19/64 a 12/64, para grãos chatos e 13/64 a 08/64 para grãos tipo moca. No final, somaram-se pesos dos grãos retidos nas peneiras tamanho 17/64 e acima, os quais foram expressos em porcentagem (%).

2.3.6 Comportamento das progênes ao *Meloidogyne exigua*

O comportamento das progênes de café ao *Meloidogyne exigua* foi avaliado, em 2017 e 2018, na área naturalmente infestada, situada na região do Campo das Vertentes, por meio da quantificação da população do nematoide nas raízes. A partir de amostra de solo e raízes retiradas à profundidade de 20-40 cm, nos dois lados perpendiculares à linha de plantio de cada planta, foi formada uma amostra composta de aproximadamente 300 gramas de solo e raízes. No laboratório, o solo foi peneirado e obtida uma amostra composta de 100 g de raízes de cada parcela experimental. Em seguida, as raízes foram lavadas, retirado o excesso de água em papel absorvente e, a seguir, pesados 15 gramas de raízes para a quantificação do número de galhas. Nas raízes remanescentes, ovos e juvenis de segundo estágio (J2) foram extraídos, segundo metodologia descrita por Hussey e Barker (1973). A população de ovos + J2 de *M. exigua* por grama de raiz foi quantificada sob microscópio biológico de objetiva invertida utilizando lâmina de contagem.

2.3.7 População inicial de *M. paranaensis* na área experimental: Bioteste

No momento do plantio do experimento, foram coletadas amostras de solo em três pontos equidistantes, em cada parcela experimental, formando uma amostra composta de aproximadamente 1000 gramas de solo por parcela. Em casa de vegetação, as amostras de solo de cada parcela foram distribuídas, em copos plásticos de 500 mL de capacidade, nos quais foi plantada uma muda de tomateiro da cultivar Santa Clara para o teste de indicador

biológico da população de *M. paranaensis* no solo das parcelas. A avaliação do bioteste foi realizada por meio da quantificação de ovos de *Meloidogyne paranaensis* nas raízes dos tomateiros aos 70 dias do plantio (NOGR). Após a extração do nematoide das raízes, por meio da técnica de Hussey e Barker (1973), a quantificação dos ovos e Juvenis do segundo estágio (J2) de *M. paranaensis* nos tomateiros foi realizada pela contagem em lâmina sob microscópio de objetiva invertida.

2.3.8 População de *Meloidogyne paranaensis* nas progênes

A população do *Meloidogyne paranaensis* foi quantificada, nos anos de 2015 e 2016, em amostras de raízes retiradas à profundidade de 20-40 cm, nos dois lados de cada planta da parcela e perpendiculares à linha de plantio. Após misturadas em um balde, das subamostras de cada parcela experimental, foram formadas amostras compostas de aproximadamente 100 gramas de raízes. Em laboratório, as raízes foram lavadas e, após o escoamento do excesso de água, foram pesadas e aleatoriamente separados 15 gramas para a avaliação do número de galhas. A população do nematoide (ovos + juvenis do segundo estágio-J2) foi quantificada em lâmina de contagem sob microscópio biológico de objetiva invertida, após a extração, empregando o método de Hussey e Barker (1973).

2.4 Análise Estatística

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0.05$), as médias dos genótipos foram agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5% de significância. As análises de produtividade foram realizadas no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Das características avaliadas na região do Campos das Vertentes

As variáveis produtividade, maturação dos frutos, porcentagem de frutos chochos e população de nematoides foram analisadas, considerando-se a média obtida nas colheitas realizadas, nas safras de 2015, 2016, 2017 e 2018, além da comparação entre as safras. A avaliação de algumas características agronômicas, utilizando a média de duas ou mais safras, pode reduzir os efeitos da bienalidade da produção inerentes à cafeicultura e, assim, melhorar a precisão dos dados experimentais (BONOMO *et al.*, 2004).

A variação de produtividade entre as safras de 2015, 2016, 2017 e 2018 pode ser explicada por se tratar de uma lavoura nova, que foi implantada em janeiro de 2013 e que alcançou seu alto potencial produtivo na safra de 2018 (Tabela 2).

Tabela 2 - Produtividade (sacas de café beneficiado por hectare, scs ha⁻¹); reação das progênes aos nematoides (Nota); porcentagem de frutos verdes, maduros e secos (%), porcentagem de frutos chochos (%) e população (ovos + Juvenis do segundo estágio-J2) de *M. exigua* por grama de raiz, dos cafeeiros cultivados na região do Campo das Vertentes – MG.

Progênes	Produtividade scs ha ⁻¹	Reação (nota)	Porcentagem de frutos (%)			Frutos chochos (%)	População / g de raiz
			Verde	Maduros	Secos		
1	24,55 b	2,00 b	31,89 b	42,89 a	25,22 a	20,00 a	88,88 a
2	26,23 b	3,75 a	50,34 a	30,59 b	19,07 a	20,50 a	206,25 a
3	41,71 a	3,62 a	57,29 a	28,09 b	14,62 a	11,50 b	77,50 a
4	23,09 b	3,56 a	24,98 b	47,86 a	27,16 a	13,50 a	95,00 a
5	19,77 b	3,50 a	34,70 b	42,17 a	23,13 a	11,00 b	490,13 b
6	37,41 a	3,81 a	32,84 b	49,95 a	17,21 a	7,00 b	82,50 a
7	26,86 b	3,31 a	21,96 b	56,37 a	21,67 a	15,50 a	102,50 a
8	27,38 b	3,69 a	24,45 b	53,90 a	21,64 a	19,00 a	172,50 a
9	28,87 b	3,87 a	32,07 b	41,37 a	26,56 a	4,50 b	330,00 a
10	27,32 b	3,69 a	11,45 b	57,42 a	31,12 a	16,67 a	192,50 a
11 ¹	27,99 b	3,56 a	29,16 b	45,36 a	25,48 a	6,00 b	763,75 b
12 ²	44,18 a	3,75 a	64,24 a	24,38 b	11,39 a	7,50 b	100,00 a
13 ²	28,41 b	3,94 a	26,29 b	53,34 a	20,37 a	12,50 b	125,88 a
Média Geral	29,52	3,54 ^a	33,97	44,1	21,89	12,63	---

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

¹ Cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 utilizada como testemunha suscetível ao nematoide *M. exigua*.

² Cultivares IPR 100 e Paraíso MG H 419-1 utilizadas como testemunhas resistentes a *M. exigua*.

Fonte: Do autor (2020).

A produtividade média de todos os materiais avaliados foi de 29,52 sacas de café beneficiado por hectare. As progênes 3 e 6 apresentaram produtividades médias estatisticamente iguais à cultivar IPR-100 considerada testemunha resistente ao nematoide *M. exígua* (Tabela 2). As demais progênes não diferiram estatisticamente entre si em relação a produtividade. Porém, apesar de ser considerada resistente ao nematoide, a cultivar Paraíso apresentou uma produtividade média de apenas 28,41 sacas de café beneficiado por hectare. Provavelmente, a cultivar Paraíso redirecionou suas energias, para expressar a resistência aos nematoides, afetando assim negativamente sua produtividade, fato semelhante ao menor desenvolvimento vegetativo de cafeeiros resistentes ao *M. exígua* observado por Barbosa, Vieira e Souza (2008).

A cultivar IPR-100 possui maior potencial produtivo que as cultivares do germoplasma Catuaí, as quais apresentaram produtividade média de 58,80 e 51,45 sacas beneficiadas de 60 kg por hectare no Paraná, respectivamente. Além disso, essa cultivar apresenta maior facilidade de alcance desse potencial em função da sua rusticidade (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR, 2012).

As progênes não diferiram estatisticamente entre si, em relação à variável nota da reação ao nematoide, com exceção da progênie 1 que apresentou a menor nota por apresentar moderado envareamento, folhas pequenas, malformadas e manchadas e leves sintomas de deficiência nutricional (Tabela 2). A nota de reação das progênes aos nematoides está associada ao vigor vegetativo que, por sua vez, está diretamente relacionado à maior eficiência em absorver nutrientes, produtividade de grãos, maior tolerância às condições edafoclimáticas desfavoráveis e da longevidade dos cafeeiros (MATIELLO; ALMEIDA; CARVALHO, 2005; PETEK *et al.*, 2002; SERA; ALTEIA; PETEK, 2002; SEVERINO *et al.*, 2002). Portanto esse tipo de avaliação, buscando selecionar materiais com maiores notas de reação ao nematoide e maior vigor vegetativo, é fundamental para a obtenção de cultivares produtivas.

A maioria dos materiais avaliados apresentou maior porcentagem de frutos maduros que verdes e secos, exceto as progênes 2 e 3 e a cultivar IPR-100 que apresentaram maior porcentagem de frutos verdes. Esses três materiais não diferiram estatisticamente entre si, em relação à porcentagem de frutos verdes e maduros, evidenciando a característica de maturação tardia. A cultivar IPR-100 apresenta uma maturação super tardia, normalmente sua colheita ocorre entre abril e julho, nas regiões mais quentes e entre junho e agosto, nas regiões mais frias (IAPAR, 2012). Tal fato explica a maior porcentagem de frutos verdes que maduros e secos obtidos na colheita. Sendo assim, pode-se afirmar que as progênes 2 e 3 também

apresentaram maturação tardia e a progênie 6 apresentou maturação média. Quanto à porcentagem de frutos secos, não houve diferença estatística entre os materiais (Tabela 2).

A maturação dos frutos é fortemente influenciada pela temperatura, e a caracterização de progênies para essa característica proporciona ao produtor o escalonamento de sua colheita. O uso de cultivares com diferentes ciclos de maturação dos frutos reduz custos com mão de obra, infraestrutura e equipamentos, além de aumentar a qualidade da bebida, pois proporciona o escalonamento da colheita, o que diminui a probabilidade de ocorrer integralmente em períodos chuvosos (MEDINA-FILHO; BORDIGNON; CARVALHO, 2008; PEREIRA *et al.*, 2010).

A ocorrência de frutos chochos é uma anomalia associada a fatores fisiológicos, ambientais e principalmente genéticos (FERREIRA *et al.*, 2013). Altas ocorrências desses frutos é um defeito grave, por estarem relacionadas a um baixo rendimento do café beneficiado, uma vez que adubações adequadas e fornecimento de água, na fase de enchimento dos grãos, desfavorece a ocorrência desses defeitos.

Segundo Carvalho *et al.* (2016), o limiar máximo de grãos “chochos” é de 10%, ainda sendo um resultado satisfatório para os melhoristas no programa de avaliação e seleção de genótipos de cafeeiro. Sendo assim, somente as progênies 6, 9, 11 e a cultivar IPR 100 apresentaram porcentagens aceitáveis de chocho, destacando-se. As progênies 3 e 5 e a cultivar Paraíso MG H 419-1 não diferiram estatisticamente das cultivares destacadas anteriormente, porém apresentaram porcentagens de frutos chochos acima de 10% (Tabela 2).

Ao avaliar a população de nematoides, a progênie 5 e a cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 apresentaram alta população de nematoides por grama de raiz, o que sugere suscetibilidade ao *M. exigua* nessa progênie (Tabela 2). Apesar da alta população de nematoides, a progênie 5 reagiu bem à presença do nematoide no solo e, segundo Salgado e Rezende (2010), plantas mais vigorosas permitem maior reprodução dos nematoides, por serem mais tolerantes ou proporcionar condições favoráveis a sua multiplicação, como alimento.

Já as progênies 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 e 10 apresentaram baixa população de *M. exigua* em suas raízes e não diferiram estatisticamente das cultivares resistentes IPR 100 e Paraíso MG H 419-1, o que indica o comportamento de resistência ao *M. exigua* (Tabela 2). Esse resultado corrobora com os resultados obtidos por Rezende *et al.* (2013), que selecionaram essas 9 progênies como resistentes ao *M. exigua* em área infestada com o nematoide. Os resultados encontrados estão de acordo com os conceitos utilizados por Roberts (2002) ao representar o comportamento da planta em resposta à reprodução do nematoide.

Vale ressaltar que todas as 10 progênies são também resistentes à ferrugem (REZENDE *et al.*, 2015). Logo as progênies selecionadas neste estudo possuem resistência múltipla à ferrugem e nematoide, características agronômicas desejáveis, para uma nova cultivar, ficando sujeitas à validação em outras áreas infestadas antes do registro como potenciais cultivares.

3.2 Das características avaliadas na região do Sudoeste de Minas Gerais

As progênies apresentaram produtividade média de 7,99 sacas de café beneficiado por hectare. As progênies 1, 3, 4, 6, 8, 9, 10 e a cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3). A cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 é classificada como suscetível ao *M. paranaensis*, desta forma, considerando essa variável, as progênies 1, 3, 4, 6, 8, 9 e 10 podem ser classificadas também como suscetíveis a esse nematoide. A cultivar IPR-100, resistente ao *M. paranaensis*, diferiu-se estatisticamente de todas as progênies e da cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 por apresentar a maior produtividade (24,82 scs ha⁻¹). No Estado do Paraná, a cultivar IPR-100 apresentou maior potencial produtivo que as cultivares do germoplasma Catuaí, com produtividade média de 58,80 e 51,45 sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare, respectivamente. Esse fato pode ser explicado, em razão de a cultivar IPR-100 apresentar maior facilidade de alcance de seu potencial produtivo, em função da sua resistência, ou seja, rusticidade (IAPAR, 2012).

As progênies 2, 5 e 7 não diferiram estatisticamente entre si, com respectivas produtividades médias de 10,21; 13,65 e 11,64 scs ha⁻¹ (Tabela 3). Esses valores são medianos entre a cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 (suscetível) e a IPR-100 (resistente), o que pode indicar resistência moderada dessas progênies ao nematoide *M. paranaensis*.

As progênies 2, 5, 7 e a cultivar IPR-100 apresentaram as maiores médias, para a variável nota, que caracteriza a reação do cafeeiro ao nematoide e não diferiram estatisticamente entre si, mas diferiram das demais progênies avaliadas e, assim como a produtividade, os valores intermediários entre a cultivar resistente e suscetível podem indicar comportamento de resistência moderada dessas três progênies (Tabela 3). Observou-se também que as progênies 1, 3, 4, 6, 8, 9, 10 e a cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram as menores médias de nota (Tabela 3). Assim, considerando os atributos produtividade e nota, as progênies 1, 3, 4, 6, 8, 9 e 10 podem ser classificadas como suscetíveis a esse nematoide e as progênies 2, 5 e 7 podem

apresentar resistência moderada ao *M. paranaensis*, baseado nos valores estatisticamente superiores às progênes suscetíveis, portanto devem ser consideradas em estudos futuros.

Tabela 3 -Produtividade (sacas de café beneficiado por hectare, scs ha⁻¹), reação ao *M. paranaensis* (Nota), tamanho dos grãos (% de peneira 17 e acima) e população desse nematoide por grama de raiz de tomateiro (Bioteste) e população de nematoides (ovos + Juvenis do segundo estágio-J2) nas raízes, dos cafeeiros cultivados na região do Sudoeste de Minas Gerais.

Progênes	Produtividade (scs.ha ⁻¹)	Reação (nota)	Peneira 17 e acima (%)	Bioteste ³ Ovos + J2	Pop 2015	Pop 2016
1	3,54 c	1,65 b	6,95 b	454,2 a	106,0 b	708,0 a
2	10,21 b	2,09 a	7,61 b	149,6 a	134,2 b	367,1 a
3	3,63 c	1,41 b	5,38 b	283,1 a	260,9 a	528,2 a
4	2,38 c	1,78 b	18,22 a	1146,8 a	368,8 a	589,5 a
5	13,65 b	2,29 a	12,11 b	1042,7 a	203,8 b	490,8 a
6	4,93 c	1,38 b	5,65 b	1723,0 a	156,4 b	702,3 a
7	11,64 b	2,06 a	23,47 a	357,5 a	154,6 b	688,0 a
8	5,05 c	1,35 b	6,77 b	442,1 a	618,5 a	1264,4 a
9	6,06 c	1,73 b	6,14 b	62,9 a	378,2 a	553,5 a
10	2,26 c	1,06 b	15,42 a	1179,5 a	349,0 a	816,5 a
11 ¹	3,27 c	1,26 b	6,44 b	2019,5 a	460,3 a	1248,3 a
12 ²	24,82 a	2,69 a	6,34 b	259,5 a	47,7 b	48,8 b
Média	7,66	1,73	9,74	760,0	---	---

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ¹ Cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 utilizada como testemunha suscetível ao nematoide.

² Cultivar IPR 100 utilizada como testemunhas resistentes ao nematoide.

³ Bioteste: população de *M. paranaensis* por grama de raiz de tomateiros bioindicadores cultivados no solo das parcelas experimentais da área infestada.

Fonte: Do autor (2020).

Na classificação de peneira 17 e acima, as progênes 4, 7 e 10 não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram as maiores médias e diferiram estatisticamente dos demais materiais avaliados, os quais apresentaram as menores médias para essa variável. Os programas de melhoramento genético buscam a obtenção de genótipos que alcancem, além de

outras características, alta capacidade produtiva e maior porcentagem de grãos classificados em peneiras mais altas (FERREIRA *et al.*, 2005). Neste estudo, as progênies 4, 7 e 10 destacaram-se em relação à classificação de peneira.

Na avaliação da população inicial de *M. paranaensis*, no solo do local do experimento, realizada por meio do bioteste, verifica-se que não houve diferença significativa nas parcelas experimentais. Isso demonstra uma distribuição homogênea da população de nematoides na área experimental (Tabela 3). O bioteste também indica que os nematoides presentes nas amostras de solo das parcelas estavam ativos e com capacidade parasítica.

Na avaliação da população de nematoides, no ano de 2015, observou-se menor índice populacional, nas progênies 1, 2, 5, 6, 7 e a cultivar IPR-100, não diferindo estatisticamente entre si. As progênies 3, 4, 8, 9, 10 e a cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 apresentaram maior índice populacional, mostrando-se suscetíveis ao nematoide *M. paranaensis*, já no primeiro ano de avaliação (Tabela 3).

No ano de 2016, as 10 progênies e a cultivar suscetível 11 (Catuaí Vermelho IAC 99) não diferiram estatisticamente, quanto à população de nematoides em suas raízes, assim como na análise conjunta dos dois anos, sugerindo que nenhuma das 10 progênies é resistente ao nematoide (Tabela 3).

A diferença de resultados entre os anos pode ter ocorrido por 2015 ser o ano da primeira colheita do experimento. O nematoide *M. paranaensis* é conhecido por ser altamente agressivo e danoso ao cafeeiro e, com o passar dos anos, os danos causados às raízes aumentam e causam a morte das plantas suscetíveis (VILLAIN; SALGADO; TRINH, 2018).

4 CONCLUSÃO

Na Região do Campo das Vertentes, as progênes 2 (514-7-14-C73-MST4), 4 (493-1-2-C134-MST10), 7 (493-1-2-C218-MST15), 8 (514-7-8-C364-MST18), 9 (518-2-10-C408-MST19) e 10 (514-5-2-C494-MST20) apresentaram baixa população de *M. exigua*, em suas raízes, o que indica comportamento de resistência ao *M. exigua*. Somente as progênes 3 (514-7-4-C130-MST9) e 6 (514-7-16-C208-MS13) apresentaram baixa população de nematoides e boas características agronômicas.

A progênie 1 (436-1-4-C26-MST2) não reage bem à presença do nematoide ao *M. exigua* no solo. A progênie 5 (518-2-6-C182-MST12) apresenta alta população de nematoides por grama de raiz, o que sugere sua suscetibilidade ao *M. exigua*, no cultivo na Região do Campo das Vertentes.

Na região Sudoeste de Minas Gerais, as progênes 1 (436-1-4-C26-MST2), 3 (514-7-4-C130-MST9), 4 (493-1-2-C134-MST10), 6 (514-7-16-C208-MS13), 8 (514-7-8-C364-MST18), 9 (518-2-10-C408-MST19) e 10 (514-5-2-C494-MST20) podem ser classificadas como suscetíveis ao *M. paranaensis*. As progênes 2 (514-7-14-C73-MST4) 5 (518-2-6-C182-MST12), 7 (493-1-2-C218-MST15) reagem bem à presença do *M. paranaensis* no solo e podem apresentar resistência moderada ao nematoide. As progênes 4 (493-1-2-C134-MST10), 7 (493-1-2-C218-MST15) e 10 (514-5-2-C494-MST20) apresentaram classificações de peneira maiores. O bioteste indica uma distribuição homogênea da população de nematoides ativos e com capacidade parasítica, porém nenhuma das progênes é resistente ao *M. paranaensis*, na região Sudoeste de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

- 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.
- BARBOSA, D. H. S. G.; VIEIRA, H. D.; SOUZA, S. Avaliação em campo de cultivares de *Coffea arabica* em áreas isenta ou infestada por *Meloidogyne exigua* na região noroeste fluminense: 1, formação da lavoura. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 32, p. 101–110, 2008.
- BONOMO, P. *et al.* Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos descendentes do Híbrido de Timor com as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 207-219, 2004.
- CARNEIRO, R. G. Reação de progênies de café Icatu a *Meloidogyne incógnita* raça 2, em condições de campo. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 19, n. 1-2, p. 53-59, 1995.
- CARNEIRO, R. M. D. G. *et al.* Identificação e caracterização de espécies de *Meloidogyne* em cafeeiro nos estados de São Paulo e Minas Gerais através dos fenótipos de esterase e SCAR-Multiplex-PCR. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 233–241, 2005.
- CARVALHO, A. M. *et al.* Seleção de progênies de cafeeiros do grupo Catuaí. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 244–254, abr./jun. 2016.
- CARVALHO, C. H. S. de (ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília, DF: Embrapa, 2008. 334 p.
- CASTRO, J. M. da C. e *et al.* Levantamento de fitonematóides em cafezais do sul de Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 56-64, 2008.
- FATOBENE, B. J. R. *et al.* Wild *Coffea arabica* resistant to *Meloidogyne paranaensis* and genetic parameters for resistance. **Euphytica**, Wageningen, v. 213, p. 196, Dec. 2017.
- 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.
- FERREIRA, A. *et al.* Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1189-1195, dez. 2005.
- GONÇALVES, W.; SILVAROLLA, M. B. A luta contra a doença causada pelos nematoides parasitos do cafeeiro. **O Agrônomo**, São Paulo, v. 59, p. 54-56, 2007.

GUIMARÃES, P. T. G. *et al.* Cafeeiro. *In*: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES, V. H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 1999. p. 289-302.

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 57, p. 1025-1028, 1973.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). Café IPR-100 – Cultivar de café arábica resistente ao nematoide *Meloidogyne paranaensis*. **Folder IPR**, Paraná, jun. 2012. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/IPR_100.pdf. Acesso em: 15 out. 2019.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; CARVALHO, C. H. S. Resistant cultivars do coffee leaf rust. *In*: ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; VÁRZEA, V. M. P. **Durable resistance to coffee leaf rust**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2005. p. 443-445.

MEDINA-FILHO, H. P.; BORDIGNON, R.; CARVALHO, C. H. S. Desenvolvimento de novas cultivares de café arábica. *In*: CARVALHO, C. H. S. de (org.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 65-82.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Genética e melhoramento do cafeeiro**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 99 p.

OLIVEIRA, D. S. *et al.* Characterization of *Meloidogyne incognita* populations from São Paulo and Minas Gerais state and their pathogenicity on coffee plants. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 190-194, maio/jun. 2011.

PEREIRA, A. A. *et al.* Cultivares: origem e suas características. *In*: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da (ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. p. 163-222.

PETEK, M. R. *et al.* Análise de trilha entre caracteres agronômicos e dano de geada, em progênies derivadas do cruzamento “Vila Sarchi” x “Híbrido de Timor”. **SBPN: scientific journal**, São Paulo, v. 6, p. 37-39, 2002.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2019.

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

- REZENDE, R. M. *et al.* Genetic gain prediction in coffee progênies derived from the cross between Híbrido de Timor and Catuaí cultivars. **African Journal of Agricultural Research**, [S.l.], v. 10, n. 46, p. 4252–4257, Nov. 2015.
- REZENDE, R. M. *et al.* Resistance of *Coffea arabica* progenies in field conditions infested by *Meloidogyne exigua*. **Nematropica**, Bradenton, v. 43, n. 2, p. 233–240, Dec. 2013.
- ROBERTS, P. A. Concepts and consequences of resistance. *In*: STARR, J. L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (ed.). **Plant resistance to parasitic nematodes**. Wallingford: CABI, 2002. p. 23-42.
- SALGADO, S. M. L.; CARNEIRO, R. M. D. G.; PINHO, R. S. C. **Aspectos técnicos dos nematoides parasitas do cafeeiro**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 60 p. (EPAMIG - Boletim Técnico, nº 98).
- SALGADO, S. M. L. *et al.* Nematoides associados a cultura do cafeeiro: espécies, danos e controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 40, p. 79, 2019.
- SALGADO, S. M. L.; REZENDE, J. C. Manejo de Fitonematóide em Cafeeiro. *In*: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. **Café arábica do plantio a colheita**. Lavras: Epamig, 2010. p. 757-804.
- SALGADO, S. M. L.; REZENDE, J. C.; NUNES, J. A. R. Selection of coffee progenies for resistance to nematode *Meloidogyne paranaensis* in infested area. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 94-101, jun. 2014.
- SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema brasileiro de classificação do solo**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.
- SERA, G. H. *et al.* Porta-enxertos de café robusta resistentes aos nematoides *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* raças 1 e 21. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 171-184, abr./jun. 2006.
- SERA, T *et al.* IPR 100 – Rustic dwarf Arabica coffee cultivar with resistance to nematodes *Meloidogyne paranaensis* and *M. incognita*. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 17, n. 2, p. 175-179, abr./jun. 2017.
- SERA, T.; ALTEIA, M. Z.; PETEK, M. R. Melhoramento de cafeeiro: variedades melhoradas do Instituto Agrônômico do Paraná. *In*: ZMABOLIM, L. (ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2002. p. 217-251.
- 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.

SHIGUEOKA, L. H. *et al.* Diversidade fenotípica de populações de *Meloidogyne paranaensis* em genótipos de *Coffea arabica* e *C. canephora*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 33., 2016, Petrolina. **Anais** [...]. Petrolina: CBN, 2016a.

SHIGUEOKA, L. H. *et al.* Host reaction of arabica coffee genotypes derived from Sarchimor to *Meloidogyne paranaensis*. **Nematoda**, London, v. 3, n. 1, p. 10-16, Jan. 2016b.

VILLAIN, L.; SALGADO, S. M. L.; TRINH, P. Q. Nematodes parasites of coffee and cocoa. In: SIKORA, R. A. *et al.* (ed.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Boston: CAB International, 2018. p. 536-583.

TERCEIRA PARTE - CONSIDERAÇÕES GERAIS

As progênies 514-7-4-C130 e 514-7-16-C208 apresentaram potencial resistência à *M. exigua* e se destacaram nas avaliações agronômicas. A progênie 514-7-16-C208 apresentou uma bebida classificada como excelente.

As progênies 493-1-2-C218 e 514-7-8-C364 apresentaram boa resposta à poda e potencial para resistência ao *M. exigua*. A progênie 493-1-2-C218 apresentou uma bebida classificada como excelente.