



GUILHERME AUGUSTO TEIXEIRA TASSONE

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE “MUNDO
NOVO” PARA O PROGRAMA DE
MELHORAMENTO DE *Coffea arabica* L. DA
EPAMIG**

**LAVRAS - MG
2016**

GUILHERME AUGUSTO TEIXEIRA TASSONE

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE “MUNDO NOVO” PARA O
PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE *Coffea arabica* L. DA EPAMIG**

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

Orientador

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho

Coorientador

Dr. César Elias Botelho

**LAVRAS - MG
2016**

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

Tassone, Guilherme Augusto Teixeira.

Seleção de progêenies de “mundo novo” para o programa de
melhoramento de *Coffea arabica* L. da EPAMIG / Guilherme Augusto
Teixeira Tassone. – Lavras: UFLA, 2016.

56 p.

Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de Lavras,
2016.

Orientador(a): Gladyston Rodrigues Carvalho.

Bibliografia.

1. Café. 2. Melhoramento genético. 3. Ranqueamento. 4. Soma de
Postos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

GUILHERME AUGUSTO TEIXEIRA TASSONE

**SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE “MUNDO NOVO” PARA O
PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE *Coffea arabica* L. DA EPAMIG**

**SELECTION OF "MUNDO NOVO" PROGENIES FOR THE COFFEA
ARABICA I BREEDING PROGRAM FROM EPAMIG**

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

APROVADA em 15 setembro de 2016.

Dr. Antonio Nazareno Guimaraes Mendes UFLA

Dr. Rodrigo Luz da Cunha EPAMIG

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho

Orientador

Dr. César Elias Botelho

Coorientador

**LAVRAS - MG
2016**

Aos meus pais, Benedito e Márcia, pelo amor, pelo carinho, pela criação, pelo exemplo de vida e incentivo que me tornou forte para cumprir meus objetivos. A todos os meus familiares que sempre me apoiaram. A todos os colegas que contribuíram para que este trabalho fosse concluído.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar e iluminar em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, irmão e familiares, que mesmo longe estavam sempre comigo me apoiando e me ajudando.

A todos os colegas de universidade e república, pelo companheirismo.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Agricultura e ao programa de Agronomia/Fitotecnia, por meio de todos professores e funcionários que contribuíram na minha formação acadêmica e moral.

À Empresa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), por meio de todos os pesquisadores, bolsistas, técnicos e funcionários.

Aos meus colegas de EPAMIG e NECAF, pelo companheirismo e auxílio nos trabalhos.

Ao meu orientador Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho e coorientador Dr. César Elias Botelho, pela orientação, amizade e ensinamentos.

Ao Me. Vinicius Teixeira Andrade, pelo apoio e ensinamentos.

Ao professor Dr. Antonio Nazareno Guimaraes Mendes, pelos ensinamentos e exemplo de humildade e simplicidade.

Ao CNPq, pela ajuda financeira por meio da bolsa de estudos.

Ao Consórcio de Pesquisa Café

RESUMO

A cafeicultura brasileira desempenha um importante papel na economia brasileira e no mercado exterior, porém, a margem de lucro da atividade é pequena devido aos altos custos de produção. Cultivares mais adaptadas e produtivas podem auxiliar na redução dos custos de produção e tornar o cultivo do café mais rentável. Objetivou-se com este trabalho selecionar progênies de *Coffea arabica* L. oriundas do cruzamento de Mundo Novo x Mundo Novo e Mundo Novo x Bourbon para o programa de melhoramento genético do cafeeiro da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). O trabalho consta de dois experimentos no delineamento experimental em blocos ao acaso, localizados em dois municípios de Minas Gerais, ambos com 3 repetições e 25 tratamentos. Foram utilizadas 24 progênies na geração F4 provenientes de cruzamentos entre progênies de Mundo Novo com Mundo Novo e de Mundo Novo com Bourbon e 1 tratamento como testemunha, cultivar Mundo IAC 379/19. O primeiro experimento está localizado em São Sebastião do Paraíso MG, no Campo Experimental de São Sebastião do Paraíso (CESP) com 10 plantas por parcela e espaçamento de 3,2m entre linhas e 0,8m entre plantas. O segundo experimento está localizado no município de Três Pontas MG, no Campo Experimental de Três Pontas (CETP), com 7 plantas por parcela e espaçamento de 3,2m entre linhas e 0,8m entre plantas. Foram avaliadas características reprodutivas como produtividade em sc.ha⁻¹ com média de 4 anos e percentual de peneira 17 acima do ano de 2015. As características vegetativas foram avaliadas no ano de 2015, por meio do vigor vegetativo com (escala de nota de 1-10), altura de plantas (metros), diâmetro de saia (metros), diâmetro de copa (metros), diâmetro de caule (milímetros). Para escolher as melhores progênies, foi feito o ranqueamento de acordo com índice de seleção de Mulamba e Mock (1978) conhecido como soma de postos. A Soma de postos usada como índice de seleção apontou as progênies 1 [H 6664 - IAC 376-2 (M. Novo) x IAC386-17 (M. Novo)] , progênies 20 [H 2917 - IAC 382-10 (M. Novo) x IAC 388-20 (M.Novo)] e progênies 22 [H 1596 - H 1535/181 (M. Novo) x (S795) 1344/10/5] como as mais promissoras para serem utilizadas no programa de melhoramento de *Coffea arabica* L. coordenado pela EPAMIG.

Palavras-chave: Café. Melhoramento genético. Ranqueamento. Soma de Postos.

ABSTRACT

Brazilian coffee production plays an important role in the Brazilian economy and in the foreign market, but the profit margin of the activity is small due to high production costs. More adapted and productive cultivars can help to reduce production costs and make coffee cultivation more profitable. The objective of this study was to select progenies of *Coffea arabica* L. originated from the crosses of New World x New World and New World x Bourbon for the coffee genetic enhancement program of EPAMIG (Agricultural Research Company of Minas Gerais). The work consists of two experiments in the experimental design in randomized blocks, situated in two municipalities of Minas Gerais, both with 3 replications and 25 treatments. Twenty-four progenies were used in the F4 generation from crosses between progenies of New World with New World and of New World with Bourbon and 1 treatment as a control, the cultivar World IAC 379/19. The first experiment was located in São Sebastião do Paraíso, Minas Gerais, in the Experimental Field of São Sebastião do Paraíso (CESP), with 10 plants per plot and spacing of 3.2m between rows and 0.8m between plants. The second experiment was located in the municipality of Três Pontas, Minas Gerais, in the Experimental Field of Três Pontas (CETP), with 7 plants per plot and spacing of 3.2m between rows and 0.8m between plants. It was evaluated reproductive characteristics as productivity in $sc.ha^{-1}$ with an average of 4 years and percentage of sieve 17 above the year of 2015. The vegetative characteristics were evaluated in the year of 2015, through the vegetative vigor with (grade scale of 1 -10), height of plants (meters), diameter of evade (meters), diameter of canopy (meters), diameter of stem (millimeters). In order to choose the best progenies, the ranking was done according to the selection index of Mulamba and Mock (1978), known as the sum of stations. The sum of stations used as the selection index indicated the progenies 1 [H 6664 - IAC 376-2 (New W.) x IAC386-17 (New W.)], progenies 20 [H 2917 - IAC 382-10 (New W.) x IAC 388-20 (New W.)] and progenies 22 [H 1596 - H 1535/181 (New W.) x (S795) 1344/10/5] as the most promising to be used in the genetic enhancement program of *Coffea arabica* L. coordinated by EPAMIG.

Keywords: Coffee; Genetic enhancement; Ranking; Sum of stations

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Relação das progênies em geração F4 provenientes do cruzamento de progênies de Mundo Novo x Mundo Novo e Mundo Novo x Bourbon, dos experimentos localizados em CETP e CESP.....	27
Tabela 2 -	Acurácias médias e individuais dos ensaios de São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.	33
Tabela 3 -	Ranqueamento individual da produtividade de 24 progênies e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.....	35
Tabela 4 -	Ranqueamento individual do percentual de peneira 17 acima de 24 progênies e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.....	37
Tabela 5 -	Ranqueamento individual da altura de 24 progênies e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.....	39
Tabela 6 -	Ranqueamento individual do diâmetro do terço inferior de 24 progênies e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.	41
Tabela 7 -	Ranqueamento individual do diâmetro de copa de 24 progênies e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.....	43
Tabela 8 -	Ranqueamento individual do diâmetro de tronco de 24 progênies e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.....	45
Tabela 9 -	Ranqueamento individual do vigor vegetativo de 24 progênies e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios	

	instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.....	47
Tabela 10 -	Ranqueamento pela soma de postos de 24 progênies e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.....	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Melhoramento Genético do cafeeiro	19
2.3	Histórico do melhoramento da cultivar Mundo Novo.....	22
2.4	Interação genótipo x ambiente	24
2.4	Seleção simultânea para várias características	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1	Características avaliadas.....	28
3.1.1	Características reprodutivas.....	29
3.1.2	Características vegetativas.....	29
3.2	Modelagem estatística	30
3.3	Acurácia.....	31
3.4	Ranqueamento e seleção.....	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
4.1	Acurácia.....	33
4.2.1	Produtividade.....	34
4.2.2	Peneira 17 e acima	36
4.2.3	Altura.....	38
4.2.4	Diâmetro do terço inferior	40
4.2.5	Diâmetro de copa	42
4.2.6	Diâmetro de tronco.....	44
4.2.7	Vigor	46
4.3	Soma de postos	48
5	CONCLUSÃO.....	51
	REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

O Brasil lidera o *ranking* dos maiores produtores e exportadores de café do mundo, sendo responsável por cerca de 30% da safra mundial de café no ano de 2015 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ - ABIC 2016), evidenciando a importância e a força da cultura em âmbito nacional, gerando uma receita bruta de mais de 17 bilhões de reais no ano de 2015 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2016).

A escassez de mão de obra e o alto custo dos insumos agrícolas têm elevado o custo da produção, por isso os produtores necessitam reduzir os custos para aumentar a margem de lucro. Cultivares mais produtivas e adequadas para as condições atuais contribuem para a sustentabilidade da cafeicultura.

O programa de melhoramento do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) contribuiu para a descoberta e o desenvolvimento da cultivar Mundo Novo. Os cafeicultores, após lançamento dessa cultivar, passaram a ter disponível uma cultivar 80% mais produtiva que as melhores seleções de “Bourbon Amarelo”, 90% mais produtiva que as melhores progênies de “Bourbon Vermelho” e 240% mais produtiva que as progênies da variedade Typica (CARVALHO; MÔNACO; FAZUOLI, 1961).

A cultivar Mundo Novo tem ótima capacidade produtiva, boa longevidade e excelente rusticidade, demonstrando seu valor nas novas seleções, destacando-se como uma das cultivares mais produtivas de *Coffea arabica* L. (FAZUOLI et al., 2005). Tais características promissoras explicam por que a cultivar Mundo Novo está atualmente entre as cultivares mais plantadas pelos produtores brasileiros (MATIELLO et al., 2005).

Devido ao exposto objetivou-se com este trabalho selecionar progênies de *Coffea arabica* L. com elevada capacidade produtiva, portadoras de outras características agronômicas de interesse, oriundas do cruzamento de “Mundo

Novo” x “Mundo Novo” e “Mundo Novo” x “Bourbon” para o programa de melhoramento genético do cafeeiro da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Melhoramento Genético do cafeeiro

A introdução do café no Brasil ocorreu em 1727, com a variedade Typica, denominada Arábica, Comum, Crioula ou Nacional. A partir de sua introdução até o início da década de 1930 o melhoramento do cafeeiro no Brasil deu-se de modo empírico (MENDES; GUIMARÃES; SOUZA, 2002).

O melhoramento empírico, desenvolvido pelos agricultores daquela época, foi realizado de maneira visual com a seleção de plantas saudáveis, mais produtivas e de melhores aspectos vegetativos, com isso, o agricultor inconscientemente reduzia a frequência de genes e alelos desfavoráveis a cada novo plantio, melhorando aos poucos o desempenho da cultura.

Embora essa fase seja considerada como empírica, o governo brasileiro importou novos materiais genéticos para disponibilizar maiores opções aos produtores, devido à baixa produtividade da variedade Typica, introduzindo as cultivares Bourbon e Sumatra, em 1859 e 1896, respectivamente (PEREIRA et al., 2010).

Posteriormente, o melhoramento do cafeeiro passou a ser desenvolvido por meio de metodologias científicas, com o auxílio da genética e modelos estatísticos adequados.

O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) destacou-se como o pioneiro no melhoramento genético do cafeeiro, iniciando no ano de 1933 um programa de melhoramento. Inicialmente os cientistas do IAC realizaram expedições a fim de coletar sementes e estacas de café provenientes de cafeeiros promissores com o intuito de formar um banco de germoplasma com variabilidade genética, para realizar hibridações e dar andamento ao programa de melhoramento genético (CARVALHO; FAZUOLI, 1993).

Outras instituições atualmente se destacam no melhoramento, pesquisa e desenvolvimento de cultivares de café, como o IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná) (MODA-CIRINO et al., 2012), o INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural), a PROCAFÉ (Fundação Procafé/MAPA) e a EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais) com pesquisas vinculadas à UFLA (Universidade Federal de Lavras) e à UFV (Universidade Federal Viçosa) (PEREIRA et al., 2002).

O melhoramento de plantas de acordo com Medina Filho, Bordignon e Carvalho (2008) não foca apenas na produção, mas também em um conjunto de outros parâmetros que são importantes no sistema produtivo como, a qualidade do produto, adaptação à mecanização, a economia de insumos agrícolas, a resistência a pragas e doenças, entre outros.

Para conduzir um programa de melhoramento o melhorista deve ter conhecimento profundo sobre a cultura, capacidade de gestão de recursos físicos e humanos, e conhecer parâmetros genéticos ligados ao caráter a ser melhorado, herdabilidade e herança quantitativa ou qualitativa (RAMALHO et al., 2012).

Para a espécie *Coffea arabica* L. além da produtividade outras características devem ser melhoradas como:

- a) vigor vegetativo, que contribui com plantas com melhor aspecto vegetativo;
- b) resistência a pragas e doenças, que contribuem com economia de insumos agrícolas e minimiza os riscos de perda de produtividade;
- c) redução no porte e diâmetro de copa, que facilita a colheita manual e permite utilizar espaçamentos mais adensados;
- d) melhorias na qualidade de bebida e tamanho de grãos colaboram na comercialização e remuneração atendendo à demanda do mercado e
- e) adaptação à colheita mecanizada, reduzindo os custos com mão de obra e facilitando o manejo.

No melhoramento genético de *Coffea arabica* L. os melhoristas utilizam hibridações entre genótipos de café com o intuito de formar populações segregantes. Após a obtenção da população segregante utiliza-se um método de condução de população segregante. Os métodos de condução de população mais utilizados no melhoramento de *C. arabica* são: o método genealógico, *bulk* e *bulk* dentro de progênie, sendo o método genealógico o mais utilizado (MEDINA FLHO; BORDIGNON; CARVALHO, 2008; SAKIYAMA et al., 2005).

No método genealógico se faz o controle de toda genealogia, permitindo excluir os indivíduos inferiores em gerações precoces e também controlar o grau de parentesco (BORÉM; MIRANDA, 2009). De acordo com Nunes, Ramalho e Ferreira (2008), as informações de parentescos determinada a partir do *pedigree* pode auxiliar na seleção das melhores progênies e/ou indivíduos, mediante a aplicação da abordagem de modelos mistos.

Um ponto importante para a eficiência de seleção é o emprego de métodos estatísticos que possibilitam explorar ao máximo os dados experimentais e as informações acerca dos genótipos como parentesco e genotipagem, resultando em estimativas ou predições acuradas dos valores genéticos ou “*breeding values*” (REZENDE, 2007; REZENDE; DUARTE, 2007).

Atualmente, várias cultivares com características fitotécnicas promissoras estão disponíveis no mercado, como cultivares resistentes à ferrugem, a exemplo das cultivares Paraíso MG H 419-1, Grupo “Catiguá” e Araponga MG1 (PEREIRA et al., 2010), outras cultivares são mais indicadas para cultivos com maior densidade de plantio, como as cultivares Araponga MG1, Catiguá MG1, MG2 e MG3, IAPAR 59, entre outras. Para a qualidade de bebida temos as cultivares, Catiguá MG 2 e cultivares do grupo “Bourbon” que têm propensão a ter excelente qualidade de bebida, também há cultivares mais

adaptadas à colheita mecanizada, como as cultivares do grupo “Acaiá” (CARVALHO et al., 2008; FAZUOLI et al., 2008) e Topázio MG1190 (AVELAR, 2013).

2.2 Histórico do melhoramento da cultivar Mundo Novo

A cultivar Mundo Novo foi descoberta pelos pesquisadores do IAC no município de Mundo Novo, atual Urupês, na região Araraquarense do estado de São Paulo, na Fazenda Aparecida, propriedade do Sr. Luís Crivelaro, em meados de 1943. A lavoura tida como “Sumatra”, era excepcionalmente desenvolvida e produtiva, apesar de um tanto variada em sua conformação (CARVALHO et al., 1952).

Os pesquisadores do IAC visitaram a Fazenda Aparecida, selecionaram e coletaram amostras de sementes e ramos para posterior multiplicação e enxertia, de dezoito plantas mais promissoras. O proprietário da fazenda Aparecida relatou que as sementes que deram origem a essa lavoura foram coletadas no Sítio Brumado também em Urupês, que por sua vez foi originada de sementes coletadas em Jaú. Diante das informações os pesquisadores visitaram a propriedade em Jaú que forneceram sementes para a formação da lavoura no Sítio Brumado, e encontraram uma lavoura semelhante às lavouras visitadas anteriormente, em magnífico aspecto vegetativo, nessa ocasião foram amostradas mais cinco plantas. O proprietário relatou que as sementes fornecidas para a formação dessa lavoura foram provenientes de outra lavoura em uma propriedade em Mineiro do Tietê, e que por sua vez as plantas teriam sido produzidas com sementes de uma planta que havia nascido à beira de um carreador no Sítio Santa Terra também localizado em Mineiro do Tietê (CARVALHO et al., 1952).

Ainda segundo Carvalho et al. (1952) foram feitas outras visitas em propriedades com lavouras que descendiam dessa planta nascida à beira do carreadouro no Sítio Santa Terra para fazer mais coletas de ramos para enxertia e sementes para propagação. Após estudos os pesquisadores do IAC concluíram que, provavelmente, a cultivar Mundo Novo é proveniente do cruzamento natural entre “Bourbon” e “Sumatra”.

Após a seleção dos materiais de “Mundo Novo”, os pesquisadores do IAC trabalharam com o intuito de eliminar características indesejáveis, como a grande incidência de frutos com lojas vazias e baixo rendimento (CARVALHO; ANTUNIS FILHO, 1955). Atualmente, após intensos estudos e pesquisas conduzidos pelo IAC, há várias cultivares do grupo “Mundo Novo” disponíveis no mercado. Fazuoli et al. (2000) pontuam que as melhores progênies são IAC 376-4, IAC 379-19, IAC 382-14, IAC 388-17, IAC 515-11, IAC 464-12 IAC 467-11, IAC 502 e IAC 480-06.

A “Mundo Novo” também foi utilizado em programas de melhoramento, a fim de se explorar sua produtividade elevada, seu alto vigor vegetativo e sua rusticidade, sendo genitor de várias cultivares, como a “Catuaí”, na tentativa dos pesquisadores do IAC de introduzir o gene caturra (CtCt) na “Mundo Novo” (CARVALHO; MONACO, 1972). A “Mundo Novo” também é genitora de outras cultivares como a Rubi MG 1192, Topázio MG 1190 e MGS Travessia, provenientes do cruzamento entre “Mundo Novo” e “Catuaí” (PEREIRA et al., 2010). As cultivares do grupo “Acaiá” se originaram da seleção de plantas individuais da cultivar Mundo Novo, sendo, portanto, um “Mundo Novo” por origem (FAZUOLI et al., 2008).

2.3 Interação genótipo x ambiente

O genótipo é a constituição genética de um indivíduo, o fenótipo é o genótipo influenciado pelo ambiente e pode ser definido como o conjunto das condições que afetam o crescimento e desenvolvimento do organismo. Dessa forma, o fenótipo (F) a ser obtido de um caráter será o resultado da ação do genótipo (G) e do ambiente (A), ou seja, $F = G + A$. Contudo, na avaliação de um genótipo em mais de um ambiente, a manifestação fenotípica será influenciada por um novo componente resultante da interação dos genótipos por ambientes (G x A) (RAMALHO et al., 2012).

Em termos genéticos, a interação ocorre quando a contribuição dos genes na expressão de um caráter difere entre os ambientes. Isso ocorre porque a expressão dos genes é influenciada e/ou regulada pelo ambiente (KANG, 1997).

A interação G x A pode se comportar de duas formas, interação simples ou complexa. Quando não ocorre interação as progênies ou cultivares respondem igualmente em desempenho com a melhoria do ambiente, contudo, quando ocorre interação simples, as progênies respondem a melhoria do ambiente de maneira diferenciada, porém, sem inversão no ranqueamento, ou seja, o melhor material continua sendo melhor com as mudanças no ambiente. Já na interação complexa, as progênies respondem de maneira distinta às alterações no ambiente, ocorrendo mudança no ranqueamento do desempenho, ou seja, as melhores progênies de um ambiente podem não ser as melhores em outro ambiente (RAMALHO et al., 2012).

Segundo Cruz e Carneiro (2006) a interação G x A é um problema no programa de melhoramento, seja na fase de seleção ou recomendação de cultivares.

Ramalho et al. (2012) comentam que o melhorista pode adotar a estratégia de identificar cultivares específicas para cada ambiente,

desenvolvendo um zoneamento ecológico estratificado em ambientes, onde se agrupa ambientes ecologicamente semelhantes em sub-regiões, dentro das quais a interação passa a não ser significativa. Cruz e Carneiro (2006) ainda ressaltam que o emprego de cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade amenizam o problema causado pela interação.

Portanto, a interação demonstra-se importante no melhoramento genético, pois o desempenho das progênes nos ambientes pode mudar, influenciando na seleção. Com isso pode-se utilizar a interação G x A a favor do melhoramento, selecionando genótipos com melhor desempenho para regiões específicas, explorando assim a interação.

2.4 Seleção simultânea para várias características

Atualmente, devido à demanda do mercado e carência por tecnologia, não se procura cultivares apenas com boa produtividade, outras características são importantes, como qualidade, resistência a pragas, resistência a doenças, estabilidade e adaptabilidade, porte, etc. Selecionar plantas visando à melhoria de vários caracteres para atender ao objetivo final de obter cultivares mais vantajosas que as pré-existentes se torna um grande desafio (RAMALHO et al., 2012).

O método do índice de seleção permite selecionar indivíduos por apenas um valor que engloba vários caracteres de uma única vez, possibilitando com isso combinar todas as informações avaliadas para escolher os melhores indivíduos/progênes (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Existem vários métodos para calcular o índice de seleção. Um dos mais simples é o Método de Mulamba e Mock (1978), em que os autores propõem um ordenamento dos materiais para cada característica, dessa forma cada parâmetro estudado é classificado em uma ordem que seja favorável ao melhoramento

formando um *rank* ou posto. O índice de seleção é formado pela soma dos *ranks* ou soma de postos de todas as características estudadas, dispondo assim as progênies com menor soma de postos as melhores para seleção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho consta de dois experimentos no delineamento experimental em blocos ao acaso, localizados em dois municípios de Minas Gerais, ambos com 3 repetições e 25 tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Relação das progênies em geração F4 provenientes do cruzamento de progênies de Mundo Novo x Mundo Novo e Mundo Novo x Bourbon, dos experimentos localizados em CETP e CESP.

TRATAMENTOS	PROGÊNIES	GENEALOGIA
1	H 6664	IAC 376-2 (M. Novo) x IAC386-17 (M. Novo)
2	H 6667	IAC 376-10 (M. Novo) x IAC 379-13 (M. Novo)
3	H 6669	IAC 376-10 (M. Novo) x IAC 382-10 (M. Novo)
4	H 6669	IAC 376-10 (M. Novo) x IAC 382-10 (M. Novo)
5	H 6683	IAC 382-14 (M. Novo) x IAC 382-12 (M. Novo)
6	H 6683	IAC 382-14 (M. Novo) x IAC 382-12 (M. Novo)
7	H 6683	IAC 382-14 (M. Novo) x IAC 382-12 (M. Novo)
8	H 6684	IAC 382-14 (M. Novo) x IAC 386-06 (M. Novo)
9	H 6672	IAC 379-13 (M. Novo) x IAC 379-19 (M. Novo)
10	H 6674	IAC 379-13 (M. Novo) x IAC 382-12 (M. Novo)
11	H 6684	IAC 382-14 (M. Novo) x IAC 386-06 (M. Novo)
12	H 6677	IAC 379-19 (M. Novo) x IAC 382-10 (M. Novo)
13	H 6682	IAC 382-12 (M. Novo) x IAC 386-6 (M. Novo)
14	H 6679	IAC 379-19 (M. Novo) x IAC 386-6 (M. Novo)
15	H 6680	IAC 382-10 (M. Novo) x IAC 382-12 (M. Novo)
16	H 6705	IAC 386-6 (M. Novo) x IAC 387-17 (M. Novo)
17	H 6698	IAC 386-5 (M. Novo) x IAC 387-15 (M. Novo)
18	H 6672	IAC 379-13 (M. Novo) x IAC 379-19 (M. Novo)
19	H 3223	IAC 379-19 (M. Novo) x [393-20-4(Bourbon) x 370(Bourbon)]5 (F1)]
20	H 2917	IAC 382-10 (M. Novo) x IAC 388-20 (M. Novo)
21	H 2931	IAC 388-20 (M. Novo) x IAC 382-14 (M. Novo)
22	H 1596	H 1535/181 (M. Novo) x *(S795) 1344/10/5
23	H 6669	IAC 376-10 (M. Novo) x IAC 382-10 (M. Novo)
24	H 2917	IAC 382-10 (M. Novo) x IAC 388-20 (M. Novo)
25	Mundo Novo	IAC 379/19

* Material indiano com fator SH3 resistência a ferrugem.

Foram utilizadas progênies na geração F4 provenientes de uma seleção que se encontrava na geração F3 em Machado MG, no Campo Experimental de Machado (CEM), cujas sementes vieram do IAC, que realizou as hibridações entre progênies de “Mundo Novo” com “Mundo Novo” e de “Mundo Novo” com “Bourbon”. O primeiro experimento está localizado em São Sebastião do Paraíso MG, no Campo Experimental de São Sebastião do Paraíso (CESP), onde foi implantado em 09/01/2008 no talhão D4 com 10 plantas por parcela e espaçamento de 3,2m entre linhas e 0,8m entre plantas em um Latossolo Vermelho distroférico textura argilosa. A precipitação pluvial média anual da região é de 1.470,4 mm e a temperatura média anual de 20,8 °C, localizado em 21°20'45.7"S e 45°28'45.7"O com 939m de altitude.

O segundo experimento está localizado no município de Três Pontas MG, no Campo Experimental de Três Pontas (CETP), onde foi implantado em 18/03/2008 no talhão 11B com 7 plantas por parcela e espaçamento de 3,2m entre linhas e 0,8m entre plantas em um Latossolo Vermelho distroférico textura média e relevo ondulado. A pluviosidade média anual 1670 mm temperatura média de 20,1°C, localizado em 20°54'72.8"S e 47°07'33.2"O com 890m de altitude.

Os tratos culturais rotineiros como, manejo das plantas espontâneas, controle de pragas e doenças, correção do solo e adubação foram realizados pelos técnicos responsáveis das fazendas experimentais da EPAMIG de acordo com as exigências e necessidades da cultura.

3.1 Características avaliadas

Foram avaliados nos dois experimentos as características: reprodutivos e vegetativos.

3.1.1 Características reprodutivas

Em todos os anos produtivos foram efetuadas as colheitas por meio de derriça manual nos ensaios experimentais de São Sebastião do Paraíso MG e de Três Pontas MG, onde, na ocasião, foram mensuradas as produtividades de cada parcela. Posteriormente, os dados foram transformados para unidade $sc.ha^{-1}$ de acordo com a tabela de conversão de dados de Bartholo et al. (1989), foram utilizando dados de quatro colheitas para a determinação da produtividade média.

Para determinação do percentual de peneiras 17/64 de plegada acima ou (peneira 17 acima) foram retiradas amostras de 4 litros de café da roça na ocasião da colheita. As amostras foram acondicionadas em redes plásticas e secas no terreiro de concreto, até atingirem 11% de umidade. As amostras foram beneficiadas para retirada da casca e obtenção dos grãos de café. Uma amostra de 300g dos grãos de café que foram submetidas a um conjunto de peneira no qual foram classificados quanto às suas dimensões, os grãos de café retidos nas peneiras 19, 18, e 17 são tidos como os grãos 17 acima, considerados de peneira alta.

3.1.2 Características vegetativas

Em novembro de 2015, quando as plantas se encontravam com 8 anos de idade, foram avaliados para os dois ambientes com o auxílio de uma régua graduada a altura, o diâmetro do terço inferior e o diâmetro do terço médio para determinar o diâmetro de copa medindo todas as plantas da parcela. Na mesma ocasião, com o auxílio de um paquímetro digital, foi realizada a avaliação de diâmetro do tronco adotando-se como altura padrão de 10 cm do nível do solo, sendo avaliadas todas as plantas da parcela.

A avaliação do vigor vegetativo foi realizada pouco antes da colheita no ano de 2015, atribuindo-se notas conforme escala arbitrária de 10 pontos, sendo nota 1 correspondente às piores plantas, com reduzido vigor vegetativo e acentuado sintoma de depauperamento, e 10, as plantas com excelente vigor vegetativo, com um ótimo crescimento vegetativo e um bom enfolhamento dos ramos produtivos ou plagiotrópicos, conforme sugerido por Carvalho, Mônaco e Fazuoli (1979).

3.2 Modelagem estatística

Para as análises estatísticas foi utilizado o programa SAS[®] (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE – SAS INSTITUTE, 2009).

As estimativas dos parâmetros genéticos das características produtividade, vigor, porcentagem de grãos peneira 17 acima, altura de plantas, diâmetro de copa, diâmetro de terço inferior e diâmetro de tronco foram feitas por meio do procedimento PROC MIXED do programa SAS[®] (SAS INSTITUTE, 2009).

Foi utilizado o seguinte modelo estatístico (1).

$$y_{ij} = m + b_j + p_i + e_{ij} \quad (1)$$

Em que:

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

m : constante associada a todas as observações;

b_j : efeito fixo do j-ésimo bloco;

p_i : efeito aleatório da i-ésima progênie, sendo $p_i \sim \text{NMV}(0, \sigma^2_e)$;

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

3.3 Acurácia

As acurácias individuais no nível de parcela e na média de progênes foram estimadas pelos estimadores, acurácia individual no nível de parcela (\hat{h}_i) e acurácia média para o nível de progênes (\hat{h}_m).

$$\hat{h}_i = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_p}{\hat{\sigma}_p + \sigma_e}} \quad \hat{h}_m = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_p}{\hat{\sigma}_p + \frac{\hat{\sigma}_e}{j}}}$$

3.4 Ranqueamento e seleção

Para seleção foi feito o ranqueamento das progênes em ordem favorável ao melhoramento das características produtividade, vigor, porcentagem de grãos peneira 17 acima, altura de plantas, diâmetro de copa, diâmetro de terço inferior e diâmetro de tronco. Com isso foi utilizada a metodologia de Mulamba e Mock (1978) detalhado por Cruz e Regazzi (1997). Nessa metodologia após o ranqueamento de cada característica, foi realizada a soma das posições no ranqueamento, agrupando as informações de todas as características avaliadas em apenas uma informação, conferindo o dobro de importância para produtividade em relação as demais características. As progênes selecionadas foram as de menor valor da somatória das posições ou soma de postos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Acurácia

Resende (2002) propõe uma escala de acurácia, ordenando em níveis, classificando como alta quando superior a 0,7, média quando estiver entre 0,4 a 0,7 e baixa entre 0,1 a 0,4.

O ensaio instalado em Três Pontas, no geral, apresentou uma boa precisão com acurácia média da produtividade considerada média e as demais acurácias médias foram consideradas altas. As acurácias individuais foram consideradas médias (Tabela 2).

No ensaio de São Sebastião do Paraíso a acurácia média foi considerada baixa para a característica altura de plantas e média para o caráter vigor, para as demais características as acurácias médias foram classificadas como altas. As acurácias individuais foram consideradas baixas para as características vigor vegetativo e altura de plantas, alta para diâmetro de terço inferior e média para as demais características (Tabela 2).

Tabela 2 - Acurácias médias e individuais dos ensaios de São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.

	TRÊS PONTAS		SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO	
	\hat{h}_m	\hat{h}_i	\hat{h}_m	\hat{h}_i
Produtividade	0,60	0,40	0,62	0,41
Peneira 17 acima	0,75	0,55	0,82	0,64
Altura	0,73	0,52	0,31	0,18
Diâmetro do terço inferior	0,83	0,64	0,92	0,81
Diâmetro de copa	0,75	0,54	0,72	0,51
Diâmetro de tronco	0,78	0,59	0,79	0,59
Vigor	0,77	0,57	0,40	0,25

4.1.1 Produtividade

O ranqueamento das 24 progênies e da cultivar utilizada como testemunha foi feito de acordo com Mulamba e Mock (1978), levando-se em consideração a característica produtividade (Tabela 3).

As predições E-BLUP dos valores genotípicos das progênies foram somadas à média geral e o valor de E-BLUP foi encontrado. O valor de E-BLUP indica a produtividade média das progênies (Tabela 3)

Em São Sebastião do Paraíso as produtividades variaram entre de 22,4 sc.ha⁻¹ (progênie 18) a 28 sc.ha⁻¹ (progênie 22), cerca de 36% dos tratamentos ficaram com produtividade acima da média geral. Em Três Pontas as produtividades variaram de 23,7 sc.ha⁻¹(progênie 8) a 29,7 sc.ha⁻¹ (progênie 22), por volta de 64% das parcelas ficaram com produtividade superior à média geral (Tabela 3).

Tabela 3 - Ranqueamento individual da produtividade de 24 progênies e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.

SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO			TRÊS PONTAS		
Progênie	E-BLUP	Rank	Progênie	E-BLUP	Rank
22	28,0	1	22	29,7	1
21	27,3	2	14	29,6	2
6	26,9	3	17	29,6	2
20	26,1	4	12	29,2	4
5	25,8	5	10	29,0	5
15	25,5	6	20	29,0	5
7	25,2	7	2	28,9	7
13	25,0	8	25*	28,9	7
23	24,7	9	9	28,7	9
11	24,3	10	21	28,5	10
1	24,2	11	4	28,4	11
14	24,1	12	6	28,1	12
24	24,1	12	19	28,1	12
4	23,8	14	13	28,1	12
17	23,7	15	16	28,1	12
25*	23,4	16	15	27,9	16
8	23,3	17	7	27,6	17
12	23,2	18	5	27,6	17
3	23,2	18	24	27,2	19
16	23,2	18	11	26,8	20
19	23,2	18	23	26,5	21
9	23,1	22	18	25,5	22
2	23,0	23	1	25,3	23
10	23,0	23	3	24,9	24
18	22,4	25	8	23,7	25
Média Geral	24,4		Média Geral	27,8	
GS Geral	13,4		GS Geral	6,8	
GS 379/19	18,4		GS 379/19	2,9	

* Cultivar usada como testemunha Mundo Novo IAC 379/19.

Dados semelhantes foram encontrados por Raso et al. (2015) em cultivares de Mundo Novo em Três Pontas MG, que observaram produtividade média do experimento de 29,73 sc.ha⁻¹. A progênie 22 destacou-se como a

progênie mais produtiva nos dois ambientes avaliados. A variação da produtividade entre os tratamentos não foi muito elevada, sendo de 5,4 sc.ha⁻¹ em São Sebastião do Paraíso e de 6,0 sc.ha⁻¹ em Três Pontas.

Devido à seca e às altas temperaturas que ocorreram nos anos de 2014 e 2015 (CONAB, 2014, 2015) as produtividades dos experimentos foram baixas nesses dois anos, isso também contribuiu com que a produtividade média dos experimentos não tenham sido muito elevadas.

4.1.2 Peneira 17 e acima

O ranqueamento das 24 progênies e da cultivar usada como testemunha foi feito de acordo com Mulamba e Mock (1978). O ranqueamento da característica percentual de peneira 17 acima pode ser observado na (Tabela 4).

Para o caráter percentual de peneira 17 acima, em São Sebastião do Paraíso os percentuais variaram entre 22,4% (progênie 22) a 42,9% (progênie 17), cerca de 36% dos tratamentos obtiveram percentual de peneira 17 acima superior à média geral, o ganho de seleção em relação à testemunha IAC 379/19 foi de 44 pontos percentuais. Em Três Pontas os percentuais de peneira 17 acima variaram de 19,2% (progênie 20) a 30,4% (progênie 3), por volta de 48% das parcelas obtiveram percentual de peneira 17 acima superior à média geral, o ganho de seleção em relação à testemunha Mundo Novo IAC 379/19 foi de 15,9% (Tabela 4).

Tabela 4 - Ranqueamento individual do percentual de peneira 17 acima de 24 progênies e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.

SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO			TRÊS PONTAS		
Progênie	E-BLUP	Rank	Progênie	E-BLUP	Rank
17	42,9	1	3	30,4	1
16	39,9	2	1	30,0	2
4	38,1	3	17	28,9	3
1	38,0	4	19	28,7	4
3	35,1	5	24	28,5	5
24	34,1	6	16	28,5	5
23	33,6	7	15	28,3	7
19	32,8	8	22	27,8	8
15	32,1	9	14	27,7	9
2	31,7	10	25*	27,2	10
7	29,6	11	2	25,8	11
18	29,0	12	18	25,8	11
25*	28,8	13	21	25,7	13
5	28,6	14	13	25,5	14
10	27,6	15	8	25,1	15
6	27,6	15	7	24,7	16
12	27,5	17	4	24,6	17
21	27,3	18	6	24,3	18
14	27,0	19	12	24,1	19
8	25,5	20	11	24,1	20
20	24,6	21	9	23,2	21
11	23,9	22	10	23,0	22
13	23,8	23	23	21,9	23
9	23,4	24	5	19,2	24
22	22,4	25	20	19,2	24
Media Geral	30,2		Media Geral	25,7	
GS Geral	37,1		GS Geral	17,5	
GS 379/19	44,0		GS 379/19	11,1	

* Cultivar usada como testemunha Mundo Novo IAC 379/19.

Botelho et al. (2010) estudando genótipos de *Coffea arabica* L. observaram percentuais de peneira 17 acima que variam de 22,03 a 44,07, esses dados corroboram com os valores obtidos nos dois locais.

Os valores apresentados com maior percentual de peneira 17 acima foram considerados com bons resultados em função da seca e altas temperaturas em 2015, que prejudicaram o enchimento de grãos de acordo com a Conab (2015).

4.1.3 Altura

O ranqueamento das 24 progênies e da cultivar usada como testemunha foi feito de acordo com Mulamba e Mock (1978). O ranqueamento do caráter altura de plantas pode ser observado na (Tabela 5).

Para a característica altura de plantas, em São Sebastião do Paraíso as alturas variaram entre 3,24m (progênie 9) a 3,28m (progênie 23), cerca de 36% dos tratamentos obtiveram alturas menores que a média geral. Em Três Pontas as alturas variaram entre 2,89m (progênie 20) a 3,08m (progênie 15), por volta de 36% das parcelas obtiveram alturas menores que a média geral (Tabela 5).

Tabela 5 - Ranqueamento individual da altura de 24 progênies e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.

SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO			TRÊS PONTAS		
Progênie	E-BLUP	Rank	Progênie	E-BLUP	Rank
9	3,24	1	20	2,89	1
16	3,24	1	8	2,94	2
17	3,25	3	5	2,95	3
2	3,25	3	11	2,96	4
8	3,25	3	6	2,97	5
1	3,25	3	22	2,98	6
19	3,25	3	17	2,99	7
22	3,25	3	13	2,99	7
20	3,25	3	21	2,99	9
13	3,26	10	9	3,01	10
6	3,26	10	24	3,01	10
25*	3,26	10	14	3,01	10
21	3,26	10	7	3,02	13
24	3,26	10	19	3,02	13
3	3,27	15	1	3,02	13
12	3,27	15	3	3,03	16
18	3,27	15	25*	3,04	17
5	3,27	15	10	3,04	17
4	3,27	15	12	3,05	19
11	3,27	15	16	3,05	19
10	3,27	15	4	3,05	21
7	3,27	15	18	3,05	21
14	3,28	23	23	3,06	23
15	3,28	23	2	3,07	24
23	3,28	23	15	3,08	25
Media Geral	3,26		Media Geral	3,01	
GS Geral	-0,6		GS Geral	-3,2	
GS 379/19	-0,6		GS 379/19	-4,1	

* Cultivar usada como testemunha Mundo Novo IAC 379/19.

A variação de altura foi muito pequena entre as progênies em ambos os locais evidenciando a estabilidade para essa característica dentro do grupo de progênies estudadas nesses ensaios, os quais são classificadas como de porte alto.

4.1.4 Diâmetro do terço inferior

O ranqueamento das 24 progênies e da cultivar usada como testemunha foi feito de acordo com Mulamba e Mock (1978). O ranqueamento da característica diâmetro de terço inferior pode ser observado na (Tabela 6).

Para a característica diâmetro terço inferior, em São Sebastião do Paraíso os diâmetros variaram entre 2,03m (progênie 14) a 2,53m (progênie 9), cerca de 56% dos tratamentos obtiveram diâmetro do terço inferior menor que a média geral. Em Três Pontas os diâmetros variaram entre 2,09m (progênie 11) a 2,40m (progênie 9), por volta de 52% das parcelas obtiveram diâmetro do terço inferior menores que a média geral (Tabela 6).

Tabela 6 - Ranqueamento individual do diâmetro do terço inferior de 24 progênes e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.

SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO			TRÊS PONTAS		
Progênie	E-BLUP	Rank	Progênie	E-BLUP	Rank
14	2,03	1	11	2,09	1
17	2,03	1	8	2,14	2
11	2,05	3	14	2,14	2
8	2,05	3	10	2,16	4
16	2,07	5	22	2,17	5
25*	2,12	6	25*	2,17	5
1	2,12	6	2	2,18	7
22	2,13	8	20	2,19	8
7	2,15	9	16	2,19	8
13	2,15	19	17	2,20	10
10	2,18	11	19	2,21	11
18	2,20	12	1	2,22	12
19	2,21	13	21	2,22	12
20	2,21	13	5	2,25	14
2	2,23	15	12	2,26	15
15	2,24	16	18	2,27	16
21	2,29	17	23	2,28	17
12	2,30	18	24	2,29	18
6	2,31	19	7	2,29	18
24	2,31	19	6	2,31	20
5	2,34	21	15	2,31	20
23	2,36	22	4	2,32	22
3	2,43	23	13	2,33	23
4	2,46	24	3	2,39	24
9	2,53	25	9	2,40	25
Media Geral	2,22		Media Geral	2,24	
GS Geral	-8,5		GS Geral	-5,5	
GS 379/19	-4,0		GS 379/19	-2,6	

* Cultivar usada como testemunha Mundo Novo IAC 379/19.

A característica diâmetro de terço inferior apresentou uma grande diferença entre a melhor e a pior progênie, com uma diferença de 50cm em São Sebastião do Paraíso e de 31cm em Três Pontas. Em relação à testemunha

Mundo Novo IAC 379/19 o melhor tratamento (progênie 14) foi 9 cm menor em São Sebastião do Paraíso e 8 cm (progênie 11) menor em Três Pontas (Tabela 6), permitindo utilizar um maior número de plantas no estande se comparado ao Mundo Novo IAC 379/19 que é uma das cultivares de Mundo Novo mais plantadas atualmente.

Conforme mencionado anteriormente quanto maior o número de plantas no estande de acordo com Pereira (2004) maior é a produtividade média do talhão ao decorrer dos anos e na média dos anos avaliados.

4.1.5 Diâmetro de copa

O ranqueamento das 24 progênies e da cultivar usada como testemunha foi feito de acordo com Mulamba e Mock (1978). O ranqueamento da característica diâmetro de copa pode ser observado na (Tabela 7).

Tabela 7 - Ranqueamento individual do diâmetro de copa de 24 progênie e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.

SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO			TRÊS PONTAS		
Progênie	E-BLUP	Rank	Progênie	E-BLUP	Rank
17	1,75	1	8	1,69	1
8	1,75	1	20	1,70	2
22	1,77	3	22	1,71	3
19	1,79	4	1	1,72	4
11	1,80	5	24	1,72	4
20	1,80	5	2	1,73	6
25*	1,81	7	16	1,74	7
24	1,82	8	11	1,75	8
14	1,82	8	25*	1,76	9
16	1,82	8	5	1,77	10
1	1,85	11	10	1,77	10
10	1,85	11	15	1,77	10
21	1,86	13	6	1,79	13
18	1,86	13	14	1,79	13
2	1,87	15	17	1,80	15
13	1,87	15	18	1,81	16
12	1,88	17	19	1,82	17
7	1,90	18	13	1,82	17
3	1,91	19	7	1,83	19
6	1,92	20	21	1,83	19
5	1,92	20	12	1,86	21
4	1,92	20	4	1,87	22
23	1,97	23	23	1,90	23
9	1,97	23	3	1,90	23
15	2,01	25	9	1,91	25
Media Geral	1,86		Media Geral	1,79	
GS Geral	-6,0		GS Geral	-5,3	
GS 379/19	-3,4		GS 379/19	-3,5	

* Cultivar usada como testemunha Mundo Novo IAC 379/19.

Para o caráter diâmetro de copa, em São Sebastião do Paraíso os diâmetros variaram entre 1,75m (progênie 17) a 2,01m (progênie 15), cerca de 48% dos tratamentos obtiveram diâmetro de copa menores que a média geral. Em Três Pontas os diâmetros variaram de 1,69m (progênie 8) a 1,91m (progênie

9), por volta de 48% das parcelas obtiveram diâmetros de copa menores que a média geral (Tabela 7).

Essa característica é interessante, pois permite a utilização de maiores densidades sem comprometer a mecanização. Para Pereira (2004) quanto maior a densidade de plantio maior a produtividade ao longo dos anos e na média dos anos avaliados.

4.1.6 Diâmetro de tronco

O ranqueamento das 24 progênies e da cultivar usada como testemunha foi feito de acordo com Mulamba e Mock (1978). O ranqueamento da característica diâmetro de tronco pode ser observado na Tabela 8.

Para o caráter diâmetro de tronco, em São Sebastião do Paraíso os diâmetros variaram entre 73,6mm (progênie 21) a 80,3mm (progênie 14), cerca de 56% dos tratamentos obtiveram diâmetro de tronco maiores que a média geral. Em Três Pontas os diâmetros variaram entre 64,8mm (progênie 8) a 74,7mm (progênie 18), por volta de 56% das parcelas obtiveram diâmetro de tronco maiores que a média geral (Tabela 8).

Tabela 8 - Ranqueamento individual do diâmetro de tronco de 24 progênie e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.

SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO			TRÊS PONTAS		
Progênie	E-BLUP	Rank	Progênie	E-BLUP	Rank
14	80,39	1	18	74,74	1
23	78,91	2	23	73,34	2
15	78,87	3	2	72,68	3
20	78,85	4	16	72,38	4
5	78,75	5	10	71,71	5
4	78,74	6	9	71,67	6
25*	78,67	7	25*	71,65	7
18	78,33	8	19	71,08	8
12	78,15	9	12	70,95	9
1	78,09	10	4	70,81	10
3	77,78	11	17	70,76	11
9	77,73	12	24	70,74	12
10	77,47	13	13	70,70	13
13	77,19	14	3	70,60	14
11	76,90	15	7	70,41	15
6	76,83	16	1	70,40	16
8	76,80	17	21	69,91	17
22	76,13	18	15	69,76	18
24	76,11	19	22	69,55	19
16	75,39	20	6	69,43	20
7	75,28	21	14	69,18	21
17	74,89	22	20	69,08	22
19	73,86	23	5	68,67	23
2	73,77	24	11	67,44	24
21	73,63	25	8	64,87	25
Media Geral	77,07		Media Geral	70,50	
GS Geral	3,3		GS Geral	5,0	
GS 379/19	1,2		GS 379/19	3,3	

* Cultivar usada como testemunha Mundo Novo IAC 379/19.

De acordo com Ferreira, Santos e Chaves Filho (2014) o caule do café arábica possui tecidos de reservas, sendo importante fonte de carboidratos para suprir as demandas vegetativas e reprodutivas da planta. Plantas com maior

diâmetro de tronca também contribuem para reduzir o tombamento das plantas melhorando o manejo dos cafeeiros.

4.1.7 Vigor

O ranqueamento das 24 progênies e da cultivar usada como testemunha foi feito de acordo com Mulamba e Mock (1978). O ranqueamento do vigor vegetativo pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 9 - Ranqueamento individual do vigor vegetativo de 24 progênies e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.

SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO			TRÊS PONTAS		
Progênie	E-BLUP	Rank	Progênie	E-BLUP	Rank
14	7,9	1	13	7,5	1
6	7,8	2	18	7,3	2
10	7,8	2	1	7,1	3
12	7,8	2	6	7,1	3
23	7,8	2	10	7,1	3
1	7,8	2	11	7,1	3
5	7,8	2	25*	7,1	3
11	7,8	2	5	6,9	8
15	7,8	2	7	6,9	8
7	7,7	10	8	6,9	8
8	7,7	10	12	6,9	8
9	7,7	10	14	6,9	8
13	7,7	10	21	6,9	8
18	7,7	10	22	6,9	8
20	7,7	10	23	6,9	8
21	7,7	10	9	6,7	16
24	7,7	10	15	6,7	16
25*	7,7	10	19	6,7	16
4	7,6	19	24	6,7	16
19	7,6	19	2	6,5	20
22	7,6	19	3	6,5	20
2	7,6	19	16	6,3	22
3	7,5	23	20	6,3	22
16	7,5	23	4	5,9	24
17	7,5	23	17	5,9	24
Media Geral	7,7		Media Geral	6,8	
GS Geral	1,8		GS Geral	8,9	
GS 379/19	1,8		GS 379/19	4,2	

* Cultivar usada como testemunha Mundo Novo IAC 379/19.

Para a característica vigor vegetativo, em São Sebastião do Paraíso as notas variaram entre 7,5 (progênie 17) a 7,9 (progênie 14), cerca de 36% dos tratamentos obtiveram vigor maiores que a média geral. Em Três Pontas os

vigores variaram entre 5,9 (progênie 17) a 7,5 (progênie 13), por volta de 60% dos tratamentos obtiveram vigores maiores que a média geral.

Fazuoli et al. (2005) encontraram pontuações de vigor vegetativo em progênies de “Mundo Novo” com média de pontuação de 6,4 em Campinas, SP.

Segundo Severino et al. (2002) elevado valor de vigor correlaciona-se positivamente com adaptação da cultivar ao ambiente, refletindo em plantas com menor depauperamento e maior longevidade.

4.2 Soma de postos

O ranqueamento das 24 progênies e da cultivar usada como testemunha foi feito de acordo com Mulamba e Mock (1978).

As ordens de cada característica foram somadas em cada município, obtendo assim a soma de postos. Assim, quanto menor for o valor obtido na soma de postos, melhor é o desempenho da progênie, em relação às várias características avaliadas (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

Pode-se observar na Tabela 10 as somas de postos e os *ranks* das progênies e da testemunha. Foram adotados pesos diferentes para produtividade em relação às outras características avaliadas, de tal forma que a produtividade passou a receber o dobro da importância das demais características avaliadas.

Tabela 10 - Ranqueamento pela soma de postos de 24 progênies e a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 como testemunha, segundo índice de Mulamba e Mock (1978), avaliadas em ensaios instalados em São Sebastião do Paraíso e Três Pontas, MG. Epamig, 2016.

SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO			TRÊS PONTAS		
Progênie	Soma de Postos	Rank	Progênie	Soma de Postos	Rank
1	83	1	22	99	1
20	116	2	25	109	2
17	117	3	1	123	3
14	118	4	10	127	4
25	122	5	14	128	5
8	125	6	8	131	6
11	134	7	11	140	7
16	136	8	16	142	8
22	153	9	17	142	8
24	156	10	2	149	10
10	157	11	24	149	10
19	158	12	19	150	12
5	159	13	18	156	13
15	162	14	13	162	14
18	165	15	20	163	15
6	167	16	21	166	16
23	167	16	6	170	17
12	174	18	5	181	18
7	175	19	12	186	19
4	188	20	7	195	20
21	188	20	15	208	21
13	190	22	23	213	22
2	195	23	9	215	23
3	210	24	3	220	24
9	212	25	4	243	25

* Cultivar usada como testemunha Mundo Novo IAC 379/19.

A progênie 1 destacou-se como uma das mais promissora, ficando em primeiro lugar em São Sebastião do Paraíso com uma diferença de 23 pontos do segundo colocado e em terceiro lugar em Três Pontas (Tabela 10), demonstrando seu potencial para cruzamento dentro do programa de melhoramento genético do cafeeiro coordenado pela EPAMIG.

A progênie 20 ficou em segundo lugar em São Sebastião do Paraíso, porém não obteve bom desempenho em Três Pontas. A progênie 22 foi a melhor colocada em Três Pontas. A cultivar Mundo novo IAC 379/19 ficou melhor classificada em Três pontas do que em São Sebastião do Paraíso (Tabela 10). Esse resultado talvez explique o fato de a cultivar Mundo Novo IAC 379/19 ser muito plantada na região de Três Pontas.

5 CONCLUSÃO

As progênies 1 [H 6664 - IAC 376-2 (M. Novo) x IAC386-17 (M. Novo)] , progênies 20 [H 2917 - IAC 382-10 (M. Novo) x IAC 388-20 (M.Novo)] e progênies 22 [H 1596 - H 1535/181 (M. Novo) x (S795) 1344/10/5] foram as melhores, sendo promissores para o programa de melhoramento de *Coffea arabica* L. coordenado pela EPAMIG.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=48# 2810>>. Acesso em: 16 fev. 2016.

AVELAR, R. C. **Identificação de cultivares de cafeeiro (*Coffea arábica* L.) aptas a colheita mecanizada**. 2013. 61 p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras 2013.

BARTHOLO, G. F. et al. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 33-44, 1989.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 529 p.

BOTELHO, C. E. et al. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de café arábica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1404-1411, dez. 2010.

CARVALHO, A.; ANTUNIS FILHO, H. Melhoramento do cafeeiro X: Seleção visando eliminar o defeito “Lojas vazias do fruto” no cafeeiro Mundo Novo. **Bragantia**, Campinas, v. 14, n. 6, p. 51-62, 1955.

CARVALHO, A. et al. Melhoramento do cafeeiro. IV- Café Mundo Novo. **Bragantia**, Campinas, v. 12, n. 4/6, p. 97-129, abr./jun. 1952.

CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C. Café. In: FURLANI, A. MM C.; VIEGAS, G. A. (Ed.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. v. 1, p. 29-76.

CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento do café. XL – Estudos de progênes e híbridos de café Catuaí. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 22, p. 202-2016, 1979.

CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento do cafeeiro. XXII – Resultados obtidos nos ensaios de seleção de Campinas. **Bragantia**, Campinas, v. 20, n. 30, p. 711-740, jun. 1961.

CARVALHO, A.; MONACO, L. C. Transferência do fator caturra para o cultivar Mundo Novo de *Coffea arabica*. **Bragantia**, Campinas, n. 31, p. 379-399, 1972.

CARVALHO, C. H. S. et al. Cultivares de Café Arabica de porte baixo. In: _____. (Ed). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. p. 157-226.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2003. v. 2.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 585 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 480 p.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: café, safra 2014, quarto levantamento**. Brasília, 2014. 51 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: café, safra 2015, quarto levantamento**. Brasília, 2015. 60 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: café, safra 2016, primeiro levantamento**. Brasília, 2016. 68 p.

FAZUOLI, L. C. et al. Avaliação das cultivares Mundo Novo, Bourbon Amarelo e Bourbon Vermelho de *Coffea arabica* L. em Campinas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 533-546, 2005.

FAZUOLI, L. C. et al. Avaliação das cultivares Mundo Novo, Bourbon Amarelo e Bourbon Vermelho de *Coffea arabica* em Campinas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café; Belo Horizonte : Minasplan, 2000. p. 451-458.

- FAZUOLI, L. C. et al. Cultivares de Café Arabica de porte alto. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. p. 227-254.
- FERREIRA, I. N. M.; SANTOS, C. S.; CHAVES FILHO, J. T. Caracterização anatômica dos órgãos vegetativos do cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.). **Fragmentos de Cultura**, Goiânia, v. 24, n. 1, p. 153-161, jan./mar. 2014.
- KAG, M. S. Using genotype by environment interaction for crop cultivar development. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 62, p. 199-252, 1997.
- MATIELLO, J. B. et al. **Cultura do café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/Fundação Procafé, 2005. 434 p.
- MEDINA FILHO, P. H.; BORDIGNON, R.; CARVALHO, C. H. S. Desenvolvimento de novas cultivares de café arábica. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. p. 79-102.
- MENDES, A. 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.
- MODA-CIRINO, V. et al. Plant breeding at Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v.12, p. 25-30, 2012.
- MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zeamaus* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v. 7, n. 1, p. 40-51, 1978.
- NUNES, J. A. R.; RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F. Inclusion of genetic relationship information in the pedigree selection method using mixed models. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 31, n. 1, p. 73-78, Mar. 2008.
- PEREIRA, A. A. et al. Cultivares: origem e suas características In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Ed.). **Café Arábica do plantio a colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. p. 163-222.

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

PEREIRA, S. P. **Caracterização fenológica e reprodutiva de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em diversos espaçamentos, ante e após “recepta”**. 2004. 105 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras 2004.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: UFLA, 2012. v. 1, 522 p.
RASO, B. S. M. et al. Avaliação agrônômica de cafeeiros de cultivar Mundo Novo no Estado de Minas Gerais. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2363-2372, jul./ago. 2015.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, set. 2007.

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

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2007. 561 p.
SAKIYAMA, N. S. et al. Melhoramento do café arábica. In: BORÉM, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: UFV, 2005. p. 203-223.

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.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/STAT 9.0**: user's guide. Cary, 2009. 1 Software.