


UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA PARA RECURSOS AMAZÔNICOS

The seal of the Universidade Federal do Amazonas is a circular emblem. It features a central figure of a bird, possibly a toucan, with its wings spread. The bird is surrounded by a laurel wreath. Above the bird are three stars. The text "UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS" is written in a circle around the top, and "IN UNIVERSA SCIENTIA VERITAS" is written around the bottom. The seal is rendered in a light gray color.

PROGRESSO GENÉTICO DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS
BENEFICIADOS DE *Coffea canephora* Pierre ex Froehner NO
ESTADO DE RONDÔNIA

DULCILENE OLIVEIRA DA SILVA

ITACOATIARA
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA PARA RECURSOS AMAZÔNICOS

DULCILENE OLIVEIRA DA SILVA

PROGRESSO GENÉTICO DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS
BENEFICIADOS DE (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) NO
ESTADO DE RONDÔNIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Medeiros Ferreira

ITACOATIARA

2017

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586p Silva, Dulcilene Oliveira da
Progresso genético da produtividade de grãos beneficiados de
Coffea canephora Pierre ex Froehner no estado de Rondônia /
Dulcilene Oliveira da Silva. 2017
47 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Fabio Medeiros Ferreira
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos
Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. coffea canephora. 2. melhoramento genético. 3. reml/blup. 4.
parâmetros genéticos. I. Ferreira, Fabio Medeiros II. Universidade
Federal do Amazonas III. Título

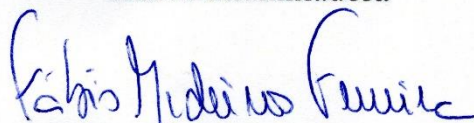
DULCILENE OLIVEIRA DA SILVA

PROGRESSO GENÉTICO DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS
BENEFICIADOS EM CLONES (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner)
NO ESTADO DE RONDÔNIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos.

Aprovada em 27 de Julho de 2017

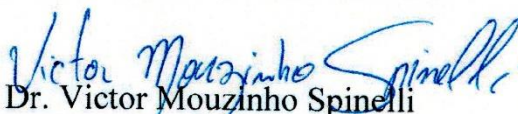
Banca Examinadora



Prof. Dr. Fábio Medeiros Ferreira
Universidade Federal do Amazonas



Prof.Dr. Santiago Linorio Ramos
Universidade Federal do Amazonas



Dr. Victor Mouzinho Spinelli
EMBRAPA-RONDÔNIA

*Aos meus pais Raimundo e Georgina (in memorian),
que sempre me apoiaram e acreditaram em mim.*

*A minha amada filha, Clara Geovana,
que sempre foi minha força...*

...Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, criador de toda ciência, pelo amor e proteção.

A toda a minha família, em especial ao meu pai e a minha filha por sempre me apoiar.

Ao programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos pela oportunidade e realização do curso de mestrado.

À UFAM e à EMBRAPA-RO, por disponibilizarem as condições necessárias para a realização deste trabalho.

À CAPES, pela bolsa de mestrado concedida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fábio Medeiros Ferreira, pela paciência, pelos ensinamentos e por todo o direcionamento e apoio necessários para a conclusão desta dissertação.

Ao Dr. Rodrigo Barros Rocha, pelo apoio e suas considerações fundamentais para execução deste trabalho.

À colega Dra. Catiele Borges, pelos esclarecimentos sempre que precisei.

Aos colegas pós-graduandos do PPGCTRA, em especial a Leilane Lamarão, Israel Félix, Jaciel Santos e Silvio Gonzaga, pela companhia e amizade durante esses meses que passamos juntos.

Enfim, a todos que de alguma forma, direta ou indireta, colaboraram na realização deste trabalho e que, embora não citados aqui, não deixam de merecer o meu agradecimento.

AGRADEÇO

*E ainda que eu andasse pelo vale da
sombra da morte, não temeria mal
algum, porque tu estas comigo; a tua
vara e o teu cajado me consolam.*

Salmos: 23:4

RESUMO

Objetivou-se mensurar o progresso genético da produtividade de grãos de café beneficiado (em sacas.ha⁻¹) a partir da seleção clonal de cafeeiro Conilon e com a estimação de parâmetros genéticos, durante três anos agrícolas consecutivos. O experimento foi conduzido em seis blocos completos casualizados, com quatro plantas por parcela, em espaçamento de 3 x 2 m, na estação experimental da Embrapa Rondônia, Ouro Preto do Oeste – RO. Iniciou-se em dezembro de 2011, com 130 genótipos e as avaliações ocorreram nas safras de 2014, 2015 e 2016. A estimação dos parâmetros genéticos, a predição dos valores e dos efeitos genotípicos dos clones, do progresso genético e do número mínimo de medidas repetidas foram realizadas com o procedimento REML/BLUP, pelo programa SELEGEN. As estimativas dos parâmetros genéticos indicaram predominância do componente genético em cada ano agrícola, no entanto, a variação ambiental (efeitos temporários mais efeitos permanentes) predominou sobre a variação genotípica na avaliação conjunta das safras. O progresso genético da produtividade de café beneficiado foi de 49,88% com a seleção dos 10% melhores clones, e proporcionou um incremento na produtividade média de 42,57 sacas.ha⁻¹ para 63,80 sacas.ha⁻¹. Com três anos agrícolas foi possível selecionar clones mantenedores de sua superioridade genética, com elevada acurácia (0,90) e determinação (0,88). O procedimento MHPVG associado aos ganhos genéticos selecionou clones de cafeeiro Conilon com desempenho superior, estáveis e com maior adaptabilidade para a região Norte do Brasil.

Palavras-chave: melhoramento genético, REML/BLUP, parâmetros genéticos.

ABSTRACT

This study aimed to measure the genetic progress of coffee grain yield (in bags.ha⁻¹) from the clonal selection of Conilon coffee plants and the estimation of genetic parameters for three consecutive agricultural years. The experiment was carried out in six randomized complete blocks, with four plants per plot, at 3 x 2 m spacing, at the Embrapa Rondônia experimental station, Ouro Preto do Oeste - RO. It began in December 2011 with 130 genotypes and the evaluations occurred in the 2014, 2015 and 2016 harvests. The estimation of the genetic parameters, the prediction of the values and the genotypic effects of the clones, the genetic progress and the minimum number of measurements were performed with the REML / BLUP procedure by the SELEGEN program. Estimates of the genetic parameters indicated genetic component predominance in each agricultural year, however, the environmental variation (temporary effects plus permanent effects) predominated over the genotype variation in the joint evaluation of the crops. The genetic progress of the coffee yield was 49.88% with the selection of the best 10% clones, and provided an increase in average productivity from 42.57 bags.ha⁻¹ to 63.80 bags.ha⁻¹. With three agricultural years it was possible to select clones that maintain their genetic superiority, with high accuracy (0.90) and determination (0.88). The MHPVG procedure associated with the genetic gains selected superior, stable and more adaptable clones of Conilon coffee trees for the northern region of Brazil.

Key words: genetic improvement, REML/BLUP, genetic parameters.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Estimativas de parâmetros genéticos da produtividade de grãos de café beneficiado (sacas.ha⁻¹) em clones de cafeeiro “Conilon”, avaliados em três anos agrícolas no campo experimental da Embrapa Rondônia, localizado no município de Ouro Preto do Oeste – RO..... 32
- Tabela 2.** Parâmetros genéticos e eficiência referente ao uso de até 10 colheitas de café beneficiado (sacas.ha⁻¹) em clones de cafeeiro “Conilon”, avaliados em três anos agrícolas no campo experimental da Embrapa Rondônia, localizado no município de Ouro Preto do Oeste - RO..... 36
- Tabela 3.** Valores genotípicos (VG) e da média harmônica da performance relativa dos valores genéticos (MHPRVG) para a produtividade de grãos de café beneficiado (sacas.ha⁻¹), para os anos agrícolas 2014, 2015 e 2016, em clones de cafeeiro Conilon no município de Ouro Preto do Oeste – RO..... 37
- Tabela 4.** Estimativas dos valores genotípicos ($\mu + g$) e ganhos de seleção com até 10, 20 ou 30% de 130 clones de cafeeiro Conilon, sobre a produtividade de grãos de café beneficiado (sacas.ha⁻¹), em Porto Velho – RO, anos agrícola de 2014, 2015 e 2016, avaliados conjuntamente..... 38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 Aspectos gerais da biologia do <i>Coffea canephora</i>	15
3.2 Aspectos econômicos do café na Amazônia.....	16
3.3 Melhoramento genético do <i>Coffea canephora</i>	18
3.4 Biometria aplicados ao melhoramento de espécies perenes.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4.1 Ensaio de seleção clonal.....	26
4.2 Estimativas de parâmetros genéticos.....	27
4.3 Análises de medidas repetidas.....	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
6. CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS.....	40

INTRODUÇÃO

A atividade cafeeira é uma das atividades mais importantes nos aspectos social e econômico no mundo, no Brasil e, particularmente, no Estado de Rondônia. O café é cultivado em mais de 70 países, predominantemente nos subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, e consumido prioritariamente por países ricos e desenvolvidos, que vêm cada vez mais exigindo produto de alta qualidade.

A produção de grãos advém especialmente de duas espécies, *Coffea arabica* L. – conhecida como café arábica – e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner – mais conhecida como café conilon. Juntas representam praticamente todo o café produzido e comercializado. (FERRAZ, 2013)

No Brasil, o *C. canephora* é responsável por aproximadamente 30% da produção nacional e o Estado de Rondônia possui o maior parque cafeeiro da Amazônia, com 92% da produção, ocupando a posição do quinto maior produtor nacional, sendo o segundo maior produtor brasileiro de café conilon, atrás apenas do Espírito Santo. (MARCOLAN e ESPINDULA, 2015)

Na safra 2016, a área com plantio de café em Rondônia foi de 87.657 ha com produtividade média de 18,56 sacas beneficiadas por hectare (CONAB, 2016), se sobressaindo em comparação à safra de 2011, em que os cafezais no estado ocupavam 153.391 ha, com produtividade média de 9,31 sacas beneficiadas por hectare (CONAB, 2011). Isto resultou numa redução de área de 42,9% e aumentou a produtividade em 99,8%, num intervalo de cinco anos, caracterizando importantes mudanças na cafeicultura estadual.

Em municípios produtores, como Cacoal, Alta Floresta d'Oeste, São Miguel do Guaporé, Machadinho d'Oeste, Ministro Andreazza e Nova Brasilândia D'Oeste há um processo incipiente de inovação tecnológica, com a adoção de poda, adubação, plantio de

clones e irrigação. (OLIVEIRA E ARAÚJO, 2015). Entretanto, a cafeicultura rondoniense destaca-se pela sua aptidão para cultivo do *C. canephora* em regime de agricultura familiar, com cafezais de até 10 ha, em geral com baixo nível tecnológico, sendo que a maior parte do café ainda é comercializada com elevado percentual de frutos verdes. (MARCOLAN, et al. 2009)

Embora em 2013, a Embrapa Rondônia tenha lançada a primeira cultivar de café Conilon, a BRS Ouro Preto, composta pelo agrupamento de 15 clones superiores, com ciclo de maturação intermediário (270 dias após a florada), produtividade média de 70 sc.ha⁻¹ e com alta estabilidade produtiva para região dos trópicos úmidos e baixa altitude na Amazônia Ocidental, as mudanças ambientais, mudanças de manejo, ou até mesmo, mudanças na preferência do consumidor, associadas ao longo tempo necessário para se desenvolver uma nova variedade, tornam características agronômicas e associadas ao grão que eram menos importantes no início do processo de seleção mais relevantes durante o programa de melhoramento, e esta dinâmica exige dos melhoristas a capacidade em reconhecer os genótipos superiores que atendam às necessidades.

Os programas de melhoramento de *C. canephora* se caracterizam pela busca por novos métodos e estratégias que permitam avaliar em menos tempo maior número de materiais, subsidiando um aumento da capacidade de manipulação da variabilidade genética (ROCHA et al., 2015). Os ensaios de competição clonal têm sido uma das estratégias adotadas e objetiva a identificação de genótipos de maior produtividade de grãos que reúnam características favoráveis, tais como: menor bienuidade, maturação uniforme, grãos graúdos, tolerância a estresses bióticos (ferrugem alaranjada, nematoses, broca do café) e abióticos (baixa altitude, temperaturas elevadas com déficit hídrico anual acima de 150 a 200 mm) (RAMALHO et al., 2016).

A seleção de plantas baseia-se nos valores genéticos aditivos das matrizes que serão recombinadas e nos valores genotípicos dos clones que serão propagados assexuadamente.

Para a predição dos ganhos com a seleção de clones não aparentados é necessário estimar a variância genotípica. O REML/BLUP (em português, máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não-viesada) tem-se destacado como principal procedimento para a estimação dos parâmetros genéticos em espécies perenes, por permitir a predição de valores genéticos associado às observações fenotípicas, ajustando-se os dados aos efeitos fixos e ao desbalanceamento experimental (RESENDE, 2002).

Novas estratégias de análise também têm sido utilizadas para seleção de clones de maior adaptabilidade e estabilidade, em que se destaca a média harmônica da performance relativa dos valores genéticos (MHPRVG), pois permite selecionar simultaneamente plantas de melhor desempenho e distribuição mais uniforme, com menor variação entre as colheitas (RESENDE, 2002).

A menor variação bienal é tão importante quanto o potencial produtivo na seleção de clones de maior estabilidade de produção e que mantenham sua superioridade ao longo do tempo. Estando associada ao número mínimo de avaliações necessárias para seleção de plantas, a repetibilidade interpretada como o valor máximo da herdabilidade no sentido amplo, deve ser considerada para interpretar o progresso genético (ROCHA et al., 2015).

No presente estudo foram avaliados 130 clones de café “canéfora”, durante três safras, cuja expectativa é a de que predomine o componente genético na expressão da produtividade de grãos e, conseqüentemente, obtenha-se ganhos satisfatórios com a seleção clonal, e que os clones selecionados sejam mantenedores de sua superioridade genética ao longo do tempo e que respondam vantajosamente aos estímulos ambientais.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Mensurar o progresso genético da produtividade de grãos de café beneficiado, em 130 clones de cafeeiro “canéfora”, no estado de Rondônia, com base em três anos agrícolas.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Estimar parâmetros genéticos associados à característica produtividade de grãos, em clones de cafeeiro canéfora;
- ✓ Avaliar o número mínimo de anos agrícolas para a seleção de plantas em relação a produtividade de grãos em clones de cafeeiro canéfora, a fim de predizer o valor genético com acurácia;
- ✓ Selecionar clones com melhor desempenho produtivo, adaptabilidade e menor variação entre as colheitas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos gerais da biologia do *Coffea canephora*

O cafeeiro pertence à família Rubiaceae, classe Dicotyledonea, ordem Rubiales, gênero *Coffea* L., tribo Coffeae, subtribo Coffeinae, e abrange mais de 10 mil espécies agrupadas em 630 gêneros. De acordo com classificação de BRIDSON E VERDCOURT (1988) e BRIDSON (1994), os cafeeiros foram reunidos em dois gêneros: o *Psilanthus* Hook e *Coffea* L., os quais diferem, basicamente, por particularidades apresentadas nas estruturas florais. O gênero *Coffea* é subdividido nos subgêneros *Coffea*, representado por mais de 80 espécies e *Baracoffea*, constituído por sete espécies.

Dentre as inúmeras espécies do gênero, apenas duas têm importância econômica: *Coffea arábica* L., conhecida como “café arábica” e *Coffea canephora* Pierre conhecida como “café robusta”. Devido à sua superioridade na qualidade de bebida, *C. arábica* responde por mais de 70% do café produzido no mundo. (CONAB, 2015).

O café conilon se originou da variedade Kouillou, pertencente ao grupo Guineano (BRAGANÇA et al., 2001). A espécie *C. canephora* é popularmente conhecida no Brasil como café Robusta ou Conilon, uma vez que a maior parte das lavouras da espécie pertencerem a estas variedades.

As plantas do gênero *Coffea* se caracterizam por apresentar: arquitetura formada por apenas um ou múltiplos ramos verticais (ortotrópicos) que se ramificam em múltiplos ramos secundários horizontais (plagiotrópicos); folhas simples e opostas; flores de corola branca que produzem grandes quantidades de néctar; inflorescências que produzem de 3 a 20 flores,

ocasionalmente apenas uma; ovário com dois carpelos e frutos com uma polpa adocicada que contém duas amêndoas com uma cicatriz longitudinal (CHARRIER E ESQUES, 2004).

Em relação às principais características morfológicas que diferenciam o *Coffea canephora* do *C. Arábica*, destacam-se o crescimento arbustivo, o maior vigor, as folhas maiores de coloração menos intensa, os frutos menores, esféricos e de exocarpo mais fino, as sementes de película prateada com maior conteúdo de cafeína (FERRÃO et al., 2007b). Outra característica importante é quanto ao número de hastes, o conilon emite várias hastes e é denominado de multicaule. Seu crescimento é contínuo, apresenta desenvolvimento de dois tipos de ramos: um chamado ortotrópico (ramos verticais), outro, plagiotrópico (ramos horizontais) (FERRÃO et al., 2012)

O *C. canephora* é uma espécie alógama, diplóide ($2n = 2x = 22$ cromossomos), que apresenta incompatibilidade do tipo gametofítica, controlada por um único gene com vários alelos. Este mecanismo impede a ocorrência de autofecundação, e de cruzamentos entre indivíduos aparentados, em consequência de interações entre proteínas presentes no pólen e no estigma, apresentando variabilidade genética significativa (SOUZA et.al., 2015)

3.2 Aspectos econômicos da cafeicultura amazônica

A atividade cafeeira é de suma importância no contexto histórico do Brasil, pode ser considerada "a primeira atividade mercantil não colonial", implantada no seio de um Estado nacional recém-criado. Essa atividade assistiu o processo de diversificação da estrutura social, acompanhada do surgimento da vida urbana em razão do desenvolvimento, bem como as transições nas relações de trabalho e impetração de leis. Foi com a mão-de-obra livre, oriunda principalmente da imigração europeia, é que a atividade tomou maior fôlego, mesmo que inicialmente esta estivesse calcada no uso de mão-de-obra cativa que se estendeu até 1888,

ano de assinatura da Lei Áurea. Essa mudança coincide com a "transição capitalista" que definiu a nova divisão do trabalho, "base das relações imperialistas" com a consequente expansão do movimento internacional de capitais, que ao entrarem no contexto econômico de nosso país, impulsionaram a rápida disseminação da cultura (FERRAZ, 2013).

A expansão da cultura se deu graças ao surgimento do café solúvel, na década de 50, e de seu emprego nos —blends, e o café torrado e moído (Charrier e Berthaud, 1988; citado por Ferrão et al., 2007), que produz uma bebida amplamente conhecida e consumida mundialmente produzida a partir de grãos de duas espécies de cafeeiro mais cultivadas no mundo sendo *Coffea arábica* L. – café arábica – que contribui com aroma e sabor adocicados e *Coffea canephora* Pierre – café robusta –, que solubilidade e corpo a bebida, as quais respondem por cerca de 70% e 30% da produção mundial. Embora existam cerca de 124 espécies descritas na literatura pertencentes ao gênero *Coffea*, apenas os cafés arábica (*C. arábica*) e robusta (*C. canephora*) ocupam maiores destaques comercialmente (DAVIS et al., 2011).

As duas principais espécies (arábica e conilon), apresentam área total plantada no país com a cultura de café totaliza 2,22 milhões hectares, semelhantes à cultivada em 2016. Desse total, 341,37 mil hectares (15,5%) estão em formação e 1,87 milhão de hectares (84,5%) em produção. Área de café no Brasil vem decrescendo a cada ano e é notório que este comportamento ocorra em razão do ganho de produtividade que os produtores têm alcançado, tendo em vista a aplicação de novas tecnologias nessa cultura, com o uso de novas variedades, adubação adequada, irrigação, entre outros. (CONAB, 2017)

Com a expansão do cultivo do *C. canephora*, o Brasil é hoje o segundo maior produtor mundial desta espécie, o que torna o café uma das principais fontes de divisa do Brasil, perdendo apenas para o Vietnã. No ano de 2010, a produção brasileira de cafés da espécie *C. canephora* foi de 11,73 milhões de sacas de 60 kg e o Vietnã produziu 17,90

milhões de sacas de 60 kg. Juntos os dois países são responsáveis por mais de 50% da produção mundial (FERRAZ, 2013). A produção do conilon está estimada em 10.136,6 milhões de sacas. A estimativa é de que as produtividades se recuperem frente à forte escassez de chuvas dos últimos anos. A área destinada a esta cultura será de 441,4 mil hectares, sendo 42,5 mil hectares em formação (9,6%) e 398,9 mil hectares em produção (90,4%) (CONAB, 2017).

Na Amazônia Ocidental o Estado de Rondônia destaca-se pela sua aptidão para cultivo do *Coffea canephora* em regime de agricultura familiar, com cafezais pequenos de até 10 hectares (MARCOLAN et al., 2009). Em função da sua menor acidez e maior quantidade de sólidos solúveis, o *Coffea canephora* é utilizado pela indústria na fabricação dos cafés solúveis e em misturas com o café arábica (*Coffea arábica*) (FERRÃO et al., 2007a). Rondônia atualmente apresenta uma estimativa de produção de (1,87 milhão de sacas), com crescimento de 14,9%, resultando no aumento da produtividade devido à renovação do parque cafeeiro com a implantação de lavouras clonais (CONAB, 2017).

3.3 Melhoramento genético de *Coffea canephora*

Os programas de melhoramento de plantas buscam a seleção de indivíduos promissores, de forma sustentável e ecologicamente equilibrada. No entanto, para alcançar o sucesso, há necessidade de se dispor de informações básicas da espécie (biologia floral, forma de reprodução e propagação; número de cromossomos, entre outros) como também de planejamento para execução da pesquisa (estrutura física e recursos financeiros e humanos). A condução dos programas de melhoramento de plantas busca, na maioria das vezes, resultados rápidos e satisfatórios. O cafeeiro ‘Conilon’ caracteriza-se como uma planta tipicamente

alógama, que apresenta mecanismos que favorecem a polinização cruzada tais como, a autoincompatibilidade gametofítica e o florescimento sincronizado (BERTHAUD, 1980). A alta diversidade entre plantas de uma mesma lavoura é característica marcante dessa espécie que apresenta alta variabilidade genética natural e polinização cruzada entre gerações (FERRÃO et al., 2009; FONSECA et al., 2006). Essa heterogeneidade, causada pela segregação genética, dificulta os tratos culturais e diminui a produtividade média da lavoura, uma vez que resulta em uma distribuição normal de plantas com maior e menor produtividade de grãos.

A propagação assexuada de clones superiores tem propiciado um aumento qualitativo na uniformidade, produtividade e qualidade dos frutos (BRAGANÇA et al., 2001; FERRÃO et al., 2007). As plantas perenes possuem um ciclo reprodutivo longo, o que caracteriza uma das dificuldades para o melhoramento genético dessas espécies, pois exigem relativamente, em curto espaço de tempo, que métodos de seleção precisos sejam desenvolvidos (RESENDE et al., 2001).

Diante disso, a possibilidade de propagação vegetativa na espécie *C. canephora* permite aproveitar imediatamente os indivíduos superiores que ocorrem em qualquer estágio do programa de melhoramento, sem necessidade de avançar gerações (BORÉM, 2009), com obtenção de ganhos genéticos mais rápidos em relação a muitas outras espécies perenes (PEREIRA et al., 2014).

Para superar essa condição são necessários estudos de caracterização e seleção de genótipos superiores nos programas de melhoramento. A capacidade de escolha dos indivíduos que serão os genitores das futuras gerações é determinante para o êxito no melhoramento genético de plantas, que vem sendo realizado desde os primórdios da agricultura e caracteriza-se como uma ferramenta eficiente para o aumento da produtividade de forma sustentável e ecologicamente equilibrada, permitindo assim identificação e

quantificação da variabilidade apresentada por caracteres de interesse, e sua utilização na manutenção da produtividade (BORÉM E MIRANDA, 2013).

O melhoramento genético é uma importante ferramenta com a finalidade de transformar um componente da biodiversidade num produto de valor econômico no mercado, considerando que, há dificuldade de encontrar na biodiversidade um componente que possa ser usado diretamente sem a necessidade de adaptação a um processo produtivo (CLEMENT, 2001).

Para o desenvolvimento de novos cultivares com características desejáveis, é determinante escolha de indivíduos com bons atributos para o cruzamento de genótipos superiores (BORÉM E MIRANDA, 2013).

Segundo Cruz (2005) existem vários métodos de seleção que auxiliam o melhorista na escolha de boas matrizes baseados na predição de ganhos em caracteres de interesse para o mercado, com o intuito de aumentar a frequência de genótipos desejáveis numa população, ou estabelecer uma combinação genética favorável. Deste modo, a estimação de parâmetros e a avaliação genética de indivíduos, são essenciais nas várias etapas dos programas de melhoramento, notadamente, como o monitoramento desde a fase de desenvolvimento inicial das mudas para efeito de seleção ao longo do programa.

O sucesso de um programa prático de melhoramento de espécies perenes depende também do conhecimento do germoplasma disponível para obtenção do produto desejado, bem como, da variação biológica entre espécies no gênero, entre populações, dentro de espécies e indivíduos (BORÉM E MIRANDA, 2013).

A introdução da cafeicultura na Amazônia no final da década de 70, induziu a Embrapa Rondônia a iniciar trabalhos de pesquisa com as espécies *C. canephora* e *Coffea arabica*. Mais recentemente, visando implementar novas estratégias, geradoras de variabilidade genética, explorando as diferenças entre as variedades botânicas Conilon e Robusta as populações base do

programa de melhoramento foram estruturadas a partir de indivíduos superiores, selecionados nos ensaios preliminares de seleção clonal.

Uma das maneiras de identificar indivíduos portadores de genes desejáveis se faz com a avaliação genética dos candidatos a seleção. A seleção deve ser feita nos valores genéticos aditivos dos indivíduos que serão utilizados na recombinação e nos valores genotípicos dos indivíduos que serão clonados, sendo necessária a obtenção da estimativa da variância genética aditiva, para a reprodução sexuada, e também da variância não aditiva, para a reprodução assexuada. O êxito no melhoramento genético está associado à capacidade de acerto na escolha dos melhores indivíduos que serão os genitores das próximas gerações. (ROCHA et al., 2006).

Diferentes estratégias dos programas de melhoramento de *C. canephora* são utilizadas para a obtenção e disponibilização de cultivares adaptadas, demandando a confiabilidade dos resultados obtidos com acurácia nos métodos de seleção.

3.4 Biometria aplicados ao melhoramento genético de espécies perenes

Atualmente, o procedimento analítico padrão recomendado para a prática da seleção em plantas perenes é o REML/BLUP, ou seja, a estimação de componentes da variância por máxima verossimilhança restrita (REML) e a predição de valores genéticos pela melhor predição linear não viesado (BLUP), desenvolvido por Patterson e Thompson (1971), ambos associados a um modelo linear misto (RESENDE, 2002).

Dentre as principais vantagens do REML/BLUP podemos citar a possibilidade de comparar indivíduos ou variedades através do tempo (gerações e anos) e espaço (locais e blocos); a não exigência de dados obtidos sob estruturas rígidas de experimentação; a possibilidade de correção simultânea dos efeitos ambientais, de estimação de componentes de

variância e de predição de valores genéticos; possibilidade de trabalhar com estruturas complexas de dados (medidas repetidas, diferentes anos, locais e delineamentos); aplicabilidade a dados desbalanceados; e utilização simultânea de grande número de informações, provenientes de diferentes gerações, locais e idades, gerando estimativas e predições mais concisas (RESENDE, 2002).

Outra vantagem da metodologia dos modelos mistos, desenvolvida por HENDERSON (1975), é que, na existência de efeitos de natureza fixa e aleatória, há possibilidade de fazer a predição de efeitos aleatórios na presença de efeitos fixos. No modelo misto, os blocos, os ambientes podem ser considerados efeitos fixos, mas interferem nos efeitos aleatórios ou genéticos. Essa metodologia permite gerar estimativas não tendenciosas, conduzindo à maximização do ganho genético, por avaliar e ordenar as famílias à seleção com precisão.

O procedimento REML/BLUP permite ainda obter estimativas de valores genotípicos ou médias genotípicas de indivíduos com alta acurácia (GOMES JÚNIOR et al., 2015). No melhoramento de plantas perenes é amplamente utilizado por ser um procedimento ótimo de seleção adequado tanto para dados balanceados quanto desbalanceados (RESENDE, 2002; RESENDE, 2007).

Outra avaliação para a seleção de genótipos diz respeito a adaptabilidade e estabilidade. A adaptabilidade refere-se a capacidade de um genótipo aproveitar vantajosamente as variações do ambiente e a estabilidade refere-se à capacidade dos genótipos apresentarem comportamento altamente previsíveis mesmo com essas variações. (BORÉM e MIRANDA, 2009; CRUZ et al., 2012). Ou seja, em diferentes condições ambientais, esse genótipo deve apresentar alta produtividade e com superioridade estável.

Na literatura existem diversos conceitos com diferentes metodologias para analisar a adaptabilidade e estabilidade, que são complementares a análise de variância individual e conjunta de ensaios experimentais em vários ambientes. Com isso, a escolha do método a ser

utilizado depende dos dados experimentais relacionados com o número de ambientes disponíveis, precisão requerida e tipo de informação que se deseja (CRUZ et al., 2012).

Alguns métodos são considerados de fácil mensuração e podem ser aplicados a um reduzido número de ambientes, propostos por: Yates e Cochran (1938); Plaisted e Peterson (1959) e; Wricke (1965). Porém, esses métodos apresentam como desvantagens a imprecisão do parâmetro estabilidade, inerente a qualquer componente de variância, e a falta de informações a respeito dos ambientes avaliados e do direcionamento da resposta dos cultivares à variação ambiental (CRUZ et al., 2012).

Nesse contexto, segundo (PIRES et al. 2011) na recomendação de materiais para o plantio, considera-se não apenas a produtividade, mas também, a adaptabilidade e estabilidade dos diferentes materiais genéticos.

Procedimentos que permitam interpretar simultaneamente a adaptabilidade, desempenho superior dos clones, e a estabilidade, manutenção da superioridade ao longo do tempo, devem ser considerados na seleção de plantas perenes com ciclos bianuais, como o cafeeiro “Conilon”. Para seleção de clones tem considerado a média harmônica da performance relativa dos valores genéticos (MHPRVG), para selecionar genótipos de maior produtividade e estabilidade. Este método baseia-se em uma propriedade da média harmônica que favorece os genótipos de valor genético superior e que apresentam menor variação entre as colheitas (RESENDE; DUARTE, 2007) Esse método, proposto por RESENDE (2007), permite realizar a seleção simultânea de plantas de desempenho superior e de estabilidade produtiva, agregando as vantagens dos modelos mistos.

Conforme descrito por Torres et al. (2015), as análises via modelos mistos permitem a consideração de erros correlacionados dentro de locais, além da adaptabilidade e estabilidade com intuito da seleção de genótipos superiores. Assim, fornecendo os valores genéticos descontando a instabilidade, podendo ser aplicado a inúmeros ambientes, de maneira a gerar

resultados na própria unidade ou escala do caráter avaliado, com possibilidade de interpretações diretas como valores genéticos, diferenciando-se de outros métodos. Vários estudos utilizando estes métodos de MHVG, PRVG e MHPRVG foram desenvolvidos para diferentes espécies, dentre eles o café, para produção de grãos (SILVA et al., 2017).

A espécie *C. canephora* se reproduz por alogamia por causa da autoincompatibilidade gametofítica, que inviabiliza a autofecundação ou o cruzamento entre plantas que apresentam a mesma constituição genética nos gametas reprodutivos (FERRÃO et al., 2007). Por essa razão, as populações naturais dessa espécie, bem como aquelas formadas a partir de sementes, mesmo que coletadas em uma única planta matriz caracterizam-se pela elevada frequência de heterozigose, fato que impõe grande variabilidade genética entre as plantas constituintes dessas populações. Assim, a forma natural de reprodução da espécie, via propagação sexuada, leva à formação de lavouras heterogêneas, com plantas expressando desuniformidade nas características: altura, vigor, época e uniformidade de maturação dos frutos, formato, tamanho e peso dos grãos, susceptibilidade à pragas e doenças, tolerância à seca e, especialmente, potencial produtivo (VAN DER VOSSSEN, 1985; CARVALHO et al., 1991; FERRÃO et al., 2007).

Dentre os parâmetros genéticos que interessam ao melhorista, destacam-se frequentemente os estudos envolvendo clones, se referem às variâncias genéticas em suas componentes aditivas e não-aditivas, ao coeficiente de herdabilidade tanto no sentido amplo como restrito, às interações dos efeitos genéticos e ambientais, como também às correlações genéticas entre características (ROBINSON; COCKERHAM, 1965).

A relevância genética quantitativa para o melhoramento de plantas se baseia no fato de que a manipulação de caracteres quantitativos através de endogamia, cruzamentos e, ou, seleção constitui o fator essencial para qualquer programa de melhoramento que, basicamente, tenha o mesmo objetivo: o de identificar, acumular e perpetuar genes favoráveis. Assim, o

entendimento das consequências genéticas dessa manipulação constitui o mais importante papel da genética quantitativa. Nesse sentido, a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos é fundamental por permitir identificar a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos e avaliar a eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para obtenção de ganhos genéticos e uma base genética adequada. (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Dentre os parâmetros populacionais, a herdabilidade é o mais importante. Não é um parâmetro constante, pois as estimativas de herdabilidade variam em função do caráter, do método de estimação, da diversidade na população, do nível de endogamia da população, do tamanho da amostra avaliada, do número e tipo de ambientes considerados, da unidade experimental considerada, da precisão na condução do experimento e da coleta de dados (BOREM, 1998).

Nos ensaios de diversas culturas, principalmente as perenes, normalmente são feitas avaliações de plantas individuais, ou seja, de cada planta dentro das parcelas, dado o seu grande valor econômico, as quais permitem ao melhorista adotar várias estratégias de seleção, como: seleção entre famílias seguida, ou não, de seleção entre plantas dentro da parcela; seleção massal; seleção massal estratificada; e seleção combinada (CRUZ; CARNEIRO;2006).

O conhecimento da herança do caráter é fundamental para aprimorar a eficiência da seleção pela adoção de técnicas adequadas, pois espera-se que sua superioridade inicial perdure durante toda sua vida. A veracidade dessa expectativa poderá ser comprovada pelo coeficiente de repetibilidade da característica estudada.

Mensurar a manutenção da superioridade genética ao longo do tempo é fundamental para o sucesso dos programas de melhoramento. Aplica-se o coeficiente de repetibilidade no estudo dos caracteres de animais e plantas perenes, que se expressam mais de uma vez no

decorrer da vida do organismo. Baseia-se na tomada de mais de uma observação fenotípica de cada indivíduo, sem utilizar progênies a fim de medir a capacidade que os organismos têm de repetir a expressão do caráter (VENCOVSKY, 1977).

Outro parâmetro genético importante para a caracterização do controle genético das características e da eficiência do processo para seleção de plantas, é a acurácia de seleção. A eficiência e a acurácia da seleção dependem da qualidade das estimativas das variâncias genotípica e ambiental. Na prática, a média dos valores genéticos preditos dos indivíduos selecionados pode ser utilizada como uma estimativa do ganho de seleção (RESENDE, 2002)

Trata-se da correlação entre os valores genéticos preditos e os valores genéticos verdadeiros dos indivíduos. Quanto maior a acurácia na avaliação de um indivíduo, maior é a confiança na avaliação e no valor genético predito deste indivíduo. Como é uma medida que está associada à precisão na seleção, a acurácia é o principal elemento do progresso genético, em que o melhorista pode alterar visando maximizar o ganho genético. Em conclusão, a acurácia pode ser utilizada como um indicativo da intensidade de utilização de indivíduos, sendo que os indivíduos com altos valores genéticos preditos e com acurácia mais baixa, devem ser utilizados com ressalvas (RESENDE, 2002).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Ensaio de seleção clonal

O experimento foi instalado no campo experimental da Embrapa Rondônia no município de Ouro Preto do Oeste (10°37'03'' S e 62°51'50'' W), no mês de dezembro de 2011. O clima do município é do tipo Aw (classificação Köppen), definido como tropical

úmido com estação chuvosa (outubro a maio) no verão e seca bem definida no inverno. Deficiência hídrica acumulada de junho a setembro (DEF = 175 mm) e excedente hídrico acumulado de novembro a abril (EXC = 781 mm) para 100 mm de retenção hídrica. A amplitude média anual varia de 21,2 °C a 30,3 °C, sendo que as temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de julho e agosto. A precipitação média anual é de 1.939 mm, com umidade relativa média do ar de 81%.

Delineou-se o ensaio em blocos casualizados com seis repetições, com quatro plantas por parcela e espaçamento de 3 x 2 m. Os 130 clones de cafeeiro foram avaliados durante três safras, nos anos de 2014, 2015 e 2016. Tais clones foram pré-selecionados a partir de avaliações de produtividade em outros experimentos de introdução de germoplasma avaliados na mesma estação experimental entre os anos de 1998 a 2004.

A produtividade de café beneficiado (grãos cru ou verde, descascados e com teor de umidade de 12%) foi a característica considerada para seleção de plantas clonais superiores. Inicialmente, foi mensurada a produção de grãos anual, avaliada em relação a produção de litros de café cereja por parcela. Posteriormente, foi realizada a conversão do volume de café colhido para sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare, por aproximação de valores, tendo-se considerado o rendimento médio de 480L de café cereja para cada saca de 60 kg de café beneficiado.

O manejo e tratamentos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para o Estado de Rondônia (MARCOLAN *et al.*, 2009).

4.2 Estimativas de parâmetros genéticos

Para a estimação dos componentes de variância utilizou-se o método REML (do português, máxima verossimilhança restrita) e para predição dos valores genéticos, o

procedimento BLUP (do português, melhor predição linear não viesada). Esses procedimentos estão associados a um modelo linear misto que contém, além da média geral, efeito aleatório de clones e efeito fixo de anos. As estimativas dos valores genéticos foram obtidas utilizando-se o programa Selegen- REML/BLUP (RESENDE, 2007), considerando os seguintes modelos mistos (RESENDE, 2002):

a) $y = Xb + Zg + e$ (análise individual),

em que: y é o vetor de dados; X é a matriz de incidência para o efeito fixo de bloco; b é o vetor dos efeitos de bloco, tomados como fixo; Z é a matriz de incidência do efeito aleatório de indivíduos; g é o vetor dos efeitos genotípicos, tomados como aleatórios; e é o vetor de erros aleatórios. As pressuposições acerca da distribuição de y , g , e das estruturas de médias e variâncias para cada vetor são dadas por:

$$y|b, V \sim N(Xb, V), g|G, \sigma_g^2 \sim N(0, \sigma_g^2), e/\sigma_e^2 \sim N(0, I\sigma_e^2), \text{Cov}(g, e) = 0.$$

b) $y = X_m m + Zg + Wp + e$ (análise conjunta)

em que, y é o vetor de dados; X é a matriz de incidência para os efeitos das combinações medição-repetição; m é o vetor dos efeitos das combinações medição-repetição, assumidos como fixos; Z é a matriz de incidência do efeito aleatório de indivíduos; g é o vetor dos efeitos genotípicos, tomados como aleatórios; e é o vetor de erros aleatórios; W é a matriz de incidência do efeito aleatório de ambiente permanente (parcelas no caso); p é o vetor de efeitos de ambiente permanente assumidos como aleatórios; e é o vetor de erros aleatórios.

Foi estimada a média geral, a variância genotípica, a variância residual, a variância fenotípica individual e a variância dos efeitos permanentes de ambiente; o coeficiente de variação genotípica, o coeficiente de variação residual e o coeficiente de variação relativa (razão entre coeficiente de variação genotípica e o coeficiente de variação residual) e o coeficiente de determinação dos efeitos permanentes de ambiente. Ainda foram estimadas a

variância do erro de predição dos valores genotípicos e o desvio padrão do valor genotípico predito.

Foram estimados os parâmetros genéticos mais importantes para a caracterização do controle genético da produtividade de grãos e da eficiência do processo de seleção, com destaque para a herdabilidade, a repetibilidade e a acurácia de seleção.

Segundo Cruz et al. (2012), a herdabilidade: em sentido amplo pode ser estimada por:

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

em que h^2 é a herdabilidade em sentido amplo; σ_g^2 é a variância genotípica do caráter avaliado e; σ_e^2 é a variância ambiental.

O coeficiente de repetibilidade foi estimado conforme o estimador (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004):

$$\rho = \frac{\sigma_g^2 + \sigma_{ep}^2}{\sigma_y^2}$$

em que ρ é o coeficiente de repetibilidade; σ_g^2 é a variância genotípica do caráter avaliado; σ_{ep}^2 variância dos efeitos permanentes do ambiente; σ_y^2 é a variância fenotípica do caráter avaliado.

A acurácia seletiva foi obtida por meio de seguinte expressão (RESENDE, 2002):

$$\hat{r}_{gg} = \sqrt{\frac{mh_g^2}{1 + (m - 1)\rho}}$$

em que m: número de medidas repetidas, h_g^2 : herdabilidade genotípica, ρ é a repetibilidade.

4.3 Análise de medidas repetidas

No estudo da repetibilidade para se determinar o número mínimo de medidas necessárias para seleção de clones superiores foram estimadas a herdabilidade em nível de indivíduos associada à média de medições; coeficiente de determinação genotípica; acurácia dos valores genético-aditivos preditos e a eficiência da realização de até 10 medições em comparação com a situação em que apenas uma medição é realizada no caractere de interesse.

Para seleção dos clones foi considerada a média harmônica da performance relativa dos valores genéticos (MHPRVG) da produção de café beneficiado, para selecionar genótipos de maior produtividade, com adaptabilidade geral e estabilidade, dada pela expressão (RESENDE; DUARTE, 2007):

$$\bar{X}_H = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{PRVG_i}}$$

em que, \bar{X}_H é a MHPRVG; n é o número de anos agrícolas considerados e; $PRVG_i$ refere-se aos valores genéticos expressos como proporção da média geral de cada ano (para i variando de 1 a 3).

Para complementar a avaliação, ganhos genéticos diretos foram preditos pela expressão:

$$\hat{G}_s = (g_1 - g_0)$$

em que g_1 é a média dos efeitos genotípicos dos clones selecionados e g_0 é a média dos efeitos genotípicos da população não melhorada.

Todas as análises foram realizadas com o uso do software SELEGEN (RESENDE, 2007).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação do progresso genético por meio da obtenção das estimativas de parâmetros genéticos é fundamental para identificar a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos e avaliar a de diferentes estratégias de melhoramento para a obtenção de ganhos genéticos e manutenção de uma base genética adequada (CRUZ et al., 2006).

Entre os parâmetros genéticos de maior importância para a seleção de planta destacam-se os componentes de variância, em especial a variância genotípica (CRUZ et al., 2004).

A superioridade das magnitudes das variâncias genotípicas em relação da as variâncias ambientais, nos três anos agrícolas individual e conjuntamente, indicam uma predominância do efeito de clones na expressão da produtividade de grãos de café, resultado da expressão genética diferenciada entre plantas (Tabela 1). A existência de variabilidade genética predominante na explicação da variação total de uma característica é condição fundamental para o progresso genético com a prática da seleção (RAMALHO et al., 2016). Estimativas predominantes de variância genotípica também foram observadas em pesquisa do progresso da produtividade em *Coffea canephora* por Ramalho et al. (2011) e Ramalho et al. (2016). A estimativa da variância dos efeitos permanente de ambiente (V_{perm}) correspondeu a 22,35% da variação fenotípica. De maneira geral, evidencia-se a existência de diferença nas plantas ao longo dos anos de colheitas, em grande parte pela influência do ambiente (Cedillo, 2013). No entanto, ao considerar a avaliação dos anos conjuntamente, a estimativa da variância dos efeitos permanente de ambiente (V_{perm}) correspondeu a 22,35% da variação fenotípica. Somado a variância dos efeitos temporários de ambiente – que correspondeu a 29,79% - as variâncias ambientais superam a variância genotípica. No trabalho de Ramalho

et al. (2016) a magnitude de V_{perm} foi bastante baixa, evidenciando menor variação de plantas de café nas quatro safras consideradas.

Tabela 1: Estimativas de parâmetros genéticos da produtividade de grãos de café beneficiado (sacas. ha⁻¹) em clones de cafeeiro “Conilon”, avaliados em três anos agrícolas no campo experimental da Embrapa Rondônia, localizado no município de Ouro Preto do Oeste – RO.

Parâmetro genético	Avaliação individual (ano)			Avaliação conjunta
	2013/14	2014/15	2015/16	2014/2015/2016
V_g	198,94	440,62	575,60	277,07
V_{perm}	-	-	-	129,43
V_e	124,45	228,01	165,07	172,48
V_f	323,39	668,64	740,68	579,00
h^2_g [#]	0,61 ± 0,08	0,65 ± 0,09	0,77 ± 0,10	0,47 ± 0,04
h^2_{mc}	0,91	0,92	0,95	0,84
Acclon	0,95	0,96	0,97	-
c^2_{perm}	-	-	-	0,22
CVgi (%)	41,74	39,91	58,26	-
CVe (%)	33,01	28,71	31,20	-
CVr	1,26	1,39	1,86	-
PEV	18,78	34,98	26,25	-
SEP	4,33	5,91	5,12	-
$r^{\$}$	-	-	-	0,70 ± 0,05
Média geral	33,80	52,59	41,17	42,57

. $V(g)$: variância genotípica; V_e : variância residual; V_{perm} : variância dos efeitos permanentes; V_f : variância fenotípica individual, h^2_g : herdabilidade individual no sentido amplo, h^2_{mc} : herdabilidade da média de clones, Acclon: acurácia de seleção, CVgi: (coeficiente variação genotípica individual), CVe: coeficiente de variação residual, CVr = CVgi/CVe coeficiente de variação relativa, PEV: variância do erro de predição dos valores genotípicos, SEP: desvio padrão do valor genotípico predito, r : repetibilidade; c^2_{perm} : coeficiente de determinação dos efeitos permanentes; M: média geral (genotípica) do experimento.

[#] Herdabilidade em sentido amplo associada ao seu desvio padrão ^{\$} Repetibilidade associada a seu desvio padrão

O coeficiente de variação experimental (CVe) é utilizado para expressar a qualidade experimental. Valores de CVe variaram de 28,71 a 33,01%, para os três anos agrícolas considerados. Estas estimativas superam as obtidas por Ferrão et al. (2008) – 16,92 e 26,40% – e Ramalho et al (2016) – 19,70 a 26,25% –, para a produtividade de café beneficiado.

O coeficiente de variação genotípica (CVg) possuem especial importância, pois quanto maior o seu valor, mais heterogêneos são os genótipos avaliados (SHIMOYA, 2000). Sua expressão representa a razão entre o desvio-padrão genético e a média da população, ou seja, ele expressa a magnitude da variação genética em relação à média da característica e se constitui em um bom referencial, pelo fato de ser um parâmetro adimensional e diretamente

proporcional à variância genética (RANGEL et al., 2000). Os valores observados CVg oscilaram de 39,11% a 58,26% (Tabela 1), e foram próximos aos obtidos por Ramalho et al., 2016.

De acordo com Vencovsky (1987), valores do coeficiente de variação relativa (CVr) próximos ou superiores a 1,00 indicam chances elevadas em se obter ganhos genéticos na seleção. Em 78% dos casos estudados, o índice de variação apresenta magnitudes entre 0,70 e 2,00; sendo essa faixa considerada favorável para um programa de melhoramento de café (FERRÃO et al., 2008). No presente trabalho, os valores CVr foram todos superiores a 1,00 (Tabela 1). Rodrigues et al. 2012, estudando a estimativa de parâmetros genéticos de grupos de clones de café conilon, encontraram valores significativos de variação genotípica em todos os ciclos. Valores altos de coeficientes de variação também foram verificados em experimentos de avaliações de progênies e clones de café, com magnitudes de 20 a 40% (Fonseca, 1999; Bonomo et al., 2004). A importância do CVg se dá por permitir inferir sobre a magnitude da variabilidade presente na população em diferentes caracteres, possibilitando comparar os níveis de variabilidade genética presente em diferentes genótipos, ambientes e caracteres (RESENDE et al., 1991; FERRÃO et al., 2008). Outra vantagem de estimar coeficiente de variação genética é o fato de ser um indicador da grandeza relativa das mudanças que podem ser conseguidas em cada característica por meio da seleção, ou seja, um indicador do ganho genético (RANGEL et al., 2000).

A herdabilidade corresponde à proporção da variação fenotípica total que é devida as diferenças genéticas (Ramalho et al., 2012) . No estudo genético de uma característica, o seu papel preditivo, expressa a confiabilidade com o que valor fenotípico representa o valor genético (Silva, 2013). As estimativas de herdabilidade no sentido amplo (h^2g) foram concordantes às obtidas por Ferrão et al. (2008) e Ramalho et al., (2016) em *C. canephora*, e variaram de 0,47 a 0,77 e também indicaram uma predominância do componente genético na

expressão da produtividade. O desvio padrão da herdabilidade no sentido amplo (Tabela 1) foi calculado como uma medida de qualidade das estimativas. Segundo Resende (2002), valores de desvio-padrão até 20% do valor da estimativa da herdabilidade indicam boa precisão dessas estimativas. A maior relação entre o desvio padrão e o valor da herdabilidade foi na safra de 2015 (13,84%) e a menor relação obtida na análise conjunta dos três anos (8,50%).

No caso da herdabilidade da média de clones os valores pouco variaram entre os três anos agrícolas, uma vez que esse parâmetro é estimado em relação as médias. Para todos os anos avaliados obteve-se $h_{mc}^2 > h_g^2$.

No presente estudo as médias genótípicas de cada ano de produtividade variaram de 33,80 a 52,59 sacas.ha⁻¹, e a média genotípica geral das três safras foi de 42, 57 sacas.ha⁻¹. (Ferrão et al., (2003), estudaram o comportamento de clones de café conilon por sete colheitas anuais, no Estado do Espírito Santo e verificaram uma produtividade média de 38,45 sacas.ha⁻¹ com variação de 10,71 a 63,57 sacas.ha⁻¹.

O coeficiente de determinação dos efeitos permanentes (c^2_{perm}) foi de magnitude moderada (0,22), revelando que a variação ambiental de um ano para outro é um fator a ser considerado, e pode influenciar a expressão fenotípica da produtividade de grãos em café, ao contrário do que observou Ramalho et al. (2016), cuja magnitude desse parâmetro foi de apenas 0,003.

A acurácia refere-se à correlação entre os valores genéticos preditos e os valores genéticos verdadeiros dos indivíduos. Ainda, quanto maior a acuraria na avaliação de uma planta, maior é a confiança na avaliação e no valor genético predito desta planta (RESENDE, 2002). Observou-se elevados valores de acurácia (0,95 a 0,97) nos anos agrícolas avaliados (Tabela 1), indicando que os valores genéticos preditos estão próximos dos valores observados, e há maior facilidade de selecionar plantas superiores a partir da produtividade de grãos. Como a acurácia seletiva depende da herdabilidade e repetibilidade da característica

avaliada, da quantidade e da qualidade das informações e procedimentos utilizados na predição dos valores genéticos (RESENDE, 2002), confirma-se neste estudo que a condução experimental foi apropriada e a avaliação em três colheitas mostrou ser suficiente para a caracterização dos genótipos superiores.

Para Cruz (2001), Resende (2002) e Cruz et al. (2004), a estimativa de repetibilidade visa determinar o número de medições necessárias em um indivíduo, cultivar ou clone, para prever o seu valor real com certo grau de probabilidade. Tal estimativa é possível de ser obtida quando as medições tanto no tempo quanto no espaço de uma característica são feitas repetidas vezes em um mesmo indivíduo.

Estimou-se repetibilidade (r) de 0,70. De acordo com a classificação dada por Resende (2002), esta é um valor alto ($\rho \geq 0,60$). Ramalho et al. (2016) obteve valor de repetibilidade para produtividade de grãos inferior ($r = 0,43$) e, Mistro et al. (2008) obtiveram coeficiente de repetibilidade entre 0,26 a 0,63 na produtividade de grãos em *C. arábica*. Segundo Cruz e Regazzi (1997), se a repetibilidade é alta, pode-se prever o valor real do indivíduo com um número relativamente pequeno de medidas. Já o baixo coeficiente de repetibilidade indica que não houve regularidade na repetição do caráter de uma medição para outra, necessitando de maior número de medições.

Estimativas de repetibilidade para produtividade dos grãos de café beneficiado foram obtidas com o intuito de medir a consistência da posição relativa (ordem) dos clones ao longo de sucessivas colheitas – até 10 safras (Tabela 2). Dentro dos níveis de precisão aceitáveis, deve-se buscar redução do período de avaliação e medições para economia de recursos e tempo (CHIA et al., 2009).

Tabela 2- Parâmetros genéticos e eficiência referente ao uso de até 10 colheitas de café beneficiado (sacas. ha⁻¹) em clones de cafeeiro “Conilon”, avaliados em três anos agrícolas no campo experimental da Embrapa Rondônia, localizado no município de Ouro Preto do Oeste - RO.

Parâmetro genético	Número de colheitas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h_{im}^2	0,73	0,79	0,82	0,83	0,84	0,84	0,84	0,85	0,85	0,85
R_g^2	0,70	0,82	0,88	0,90	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96
AC _{clon}	0,86	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Eficiência[#]	1,00	1,08	1,11	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,16	1,16

h_{im}^2 : herdabilidade individual baseada em médias de colheita, R_g^2 : coeficiente de determinação genotípica. [#]A eficiência foi calculada como a razão entre a estimativa da acurácia da m_i colheita e a acurácia obtida em uma única colheita (para $i = 1, \dots, 10$).

O coeficiente determinação genotípico – R_g^2 que mede o grau de certeza na predição do real valor de melhoramento de um indivíduo baseado em m medidas, quando próximo ou superior a 0,85 (ou 85%), reflete boa eficiência da seleção. Verificou-se que três medições (avaliação em três anos agrícolas) para a produtividade de grãos de café produziu $R_g^2 = 0,88$ ou 88%, boa estimativa de herdabilidade ($h_{im}^2 = 0,82$), com alta precisão para predizer o valor real do indivíduo (AC_{clon} = 0,90 ou 90%), além da boa eficiência (1,11) quando comparada a uma única colheita. Quando um grupo maior de indivíduos é selecionado (por exemplo, compor uma população de melhoramento) uma determinação acima de 80% (acurácia acima de 89%) já é adequada (RESENDE, 2002)

Fonseca et al. (2004) estimaram o coeficiente de repetibilidade de produção em *Coffea canephora*, com base no comportamento de 80 genótipos da variedade Conilon no Estado do Espírito Santo, e a precisão na predição do valor real dos indivíduos (R_g^2) com base em quatro colheitas variou entre 65,32 e 81,59%, dependendo do método. Elevando o número de colheitas de 4 para 6, a precisão aumentou para valores entre 73,84 e 86,92%.

Se a repetibilidade é alta, o acréscimo do número de medições resultará em pouco acréscimo na precisão, em relação a que se teria se um indivíduo fosse avaliado por meio de uma única observação; quando a repetibilidade é baixa, o aumento de medidas repetidas poderá resultar

num acréscimo significativo de ganho de precisão; com níveis intermediários de repetibilidade, raramente é vantajoso fazer mais de três medidas em cada indivíduo para o caráter (CRUZ et al 2012).

Tabela 3- Valores genotípicos (VG) e da média harmônica da performance relativa dos valores genéticos (MHPRVG) para a produtividade de grãos de café beneficiado (sacas.ha-1), para os anos agrícolas 2014, 2015 e 2016, em clones de cafeeiro Conilon no município de Ouro Preto do Oeste – RO.

Ordem	Clone	VG2014	VG2015	VG2016	MHPRVG
1	16R1C81	51,9	87,1	96,0	1,78
2	535	61,0	71,4	92,7	1,73
3	78	61,4	56,7	106,9	1,61
4	167	48,9	105,1	61,5	1,61
5	130	53,9	87,6	70,2	1,65
6	453	47,9	87,0	74,1	1,61
7	890	49,1	97,7	57,1	1,54
8	482	68,1	59,3	72,2	1,54
9	193	43,0	84,5	71,5	1,51
10	194	39,2	91,2	65,5	1,45
11	160	42,0	77,9	74,4	1,48
12	909	51,2	65,6	72,8	1,48
13	533	54,7	69,5	63,4	1,48
...
26	57	40,0	60,0	75,9	1,33
...
39	9R1C82	37,2	86,9	38,4	1,16
...
117	8R1C3U	16,5	29,2	13,5	0,43
...
130	15R1C22	15,1	18,2	10,8	0,34
Média		33,80	52,6	41,2	

VG: valor genotípico, MHPRVG: média harmônica dos valores genotípicos

A média harmônica da performance relativa dos valores genéticos (MHPRVG) tem permitido selecionar simultaneamente clones com desempenho superior, adaptabilidade e estabilidade produtiva (Tabela 3), ou seja, favorece os genótipos de valor genético superior e que apresentam menor variação entre as colheitas (RESENDE, 2007).

Destacaram-se os clones 16R1C81, 535, 78, 167, 130, 453, 890, 482, 193, 194, 160, 909 e 533, além da maior estabilidade e adaptabilidade apresentaram melhor potencial

produtivo. Destes, oito eram da variedade botânica conilon (78, 130, 167, 193, 194, 453, 482 e 535), um da variedade botânica robusta (16R1C81) e os demais híbridos conilon x robusta.

Para oferecer maior segurança ao produtor quanto à polinização e não diminuição drástica da base genética da população de plantas recomenda-se que os cultivares clonais sejam formados pelo agrupamento de pelo menos oito clones superiores e compatíveis entre si (Ferrão et al., 2007). A cultivar BRS Ouro Preto, por exemplo, lançada pela Embrapa Rondônia, é composta de 15 genótipos (ROCHA et al. 2015).

Tabela 4- Estimativas dos valores genotípicos ($\mu + g$) e ganhos de seleção com até 10, 20 ou 30% de 130 clones de cafeeiro Conilon, sobre a produtividade de grãos de café beneficiado (sacas. ha⁻¹), em Porto Velho – RO, anos agrícola de 2014, 2015 e 2016, avaliados conjuntamente.

Ordem	Clone	g	$\mu + g$	Ganho	Nova Média	Ganho%
1	16R1C81	32,12	74,70	32,12	74,70	75,46
2	535	29,10	71,68	30,61	73,19	71,90
3	167	28,46	71,04	29,90	72,47	70,23
4	78	28,27	70,84	29,49	72,06	69,27
5	130	27,52	70,09	29,10	71,67	68,35
6	453	24,49	67,06	28,33	70,90	66,54
7	890	23,35	65,92	27,62	70,19	64,88
8	194	22,18	64,75	26,94	69,51	63,28
9	482	21,64	64,22	26,35	68,92	61,89
10	160	21,58	64,15	25,87	68,44	60,77
11	193	21,57	64,14	25,48	68,05	59,85
12	909	18,54	61,11	24,90	67,48	58,49
13	533	18,07	60,64	24,38	66,95	57,27
...
26	57	14,54	57,11	20,11	62,68	47,23
...
39	553	10,64	53,22	17,57	60,14	41,27

μ : média genotípica da produtividade de grãos de café beneficiado (sacas. ha⁻¹), g: efeito genotípico

(intensidade de seleção de 10 %) resultou em um progresso genético de 49,88%, cujos selecionados são os mesmos definidos pelo método da MHPRVG (Tabela 3), apenas alterando a ordem. Este ganho de seleção equivale a um incremento na média genotípica em três anos de 42,57 sacas ha⁻¹ para 63,80 sacas ha⁻¹. O progresso genético decresceu para

41,77% e 35,50%, quando se considerou os 20 e 30% de clones selecionados. (Tabela 4). Ganhos genéticos satisfatórios com a seleção de plantas superiores de café ‘Conilon’ também foram obtidos no Espírito Santo (FERRÃO et al. 2000) e em Rondônia (Ramalho et al., 2016).

Os 13 melhores clones apresentaram média genotípica geral de 63,80 sacas ha⁻¹ com uma amplitude de variação de 51,72 a 80,04 sacas de café beneficiado por hectare, considerando as três safras individualmente.

6. CONCLUSÕES

1. Verificou-se variabilidade genética entre os clones de cafeeiro ‘Conilon’ para a produtividade de grãos de café beneficiado, capaz de favorecer ao progresso genético com a seleção clonal para os três anos agrícolas.
2. As estimativas dos parâmetros genéticos indicaram predominância do componente genético na expressão da produção de café beneficiado a cada ano agrícola. No entanto, a variação ambiental (efeitos temporários mais permanentes) predominou sobre a variação genotípica, na avaliação conjunta das safras.
3. Constatou-se que três anos agrícolas são suficientes para selecionar clones mantenedores de sua superioridade genética ao longo das safras para a produtividade de grãos.
4. O método MHPRVG associado à análise dos ganhos de seleção demonstrou ser possível selecionar clones de cafeeiro “Conilon” de melhor desempenho, estáveis e com maior adaptabilidade para produtividade de grãos em região tropical.

REFERÊNCIAS

- ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Breeding**, v. 46, n.1, p. 269-278, 1992.
- ARAÚJO, M.C.; RODRIGUES, D.P.; ASTOLF FILHO, S.; CLEMENT, C.R. Genetic variability in the peach palm genebank with RAPD markers. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.10, p. 211-217, 2010.
- ARAÚJO, V.C.; OLIVEIRA, M.J.C.; (Ed.). *Café na Amazônia*. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p.28.
- BERTHAUD, J. **Incompatibility in Coffea-Canephora: test method and genetic determinism. Cafe Cacao The**, v. 24, n. 4, p. 267-274, 1980.
- BOREM, A. *Melhoramento de plantas*. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 1998
- BORÉM, A.L.; MIRANDA, G.V. *Melhoramento de Plantas*. 5ª ed. Editora UFV. Viçosa, MG: 2009. 529p.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. *Melhoramento de plantas*. 6. ed. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2013, 523p.
- BONOMO, P.; CRUZ, C.D.; VIANA, J.M.S.; PEREIRA, A.A.; OLIVEIRA, V.R.; CARNEIRO, P.C.S. Seleção antecipada de progênies de café descendentes de 'Híbrido de Timor' X 'Catuaí Amarelo' e 'Catuaí Vermelho'. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.26, p.91-96, 2004.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G. Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 05, p. 765-770, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas: 1961-1990. Brasília, DF, 1992, 84 p.
- BRAGANÇA, S. M. et al. Variedades clonais de café conilon para o Estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 5, p. 765-770, 2001.
- BRIDSON, D.M.; VERDCOURT, B. **Flora of tropical East Africa (Parte 2)**. In: Polhill, R.M. (eds). Rubiaceae. 727p, 1988.
- BRIDSON, D.M. Additional note on Coffea (Rubiaceae) from tropical East Africa. *Kew Bulletin*, v.49, n.1, p.331-342, 1994.

CARGNELUTTI FILHO, A.; PERECIN, D.; MALHEIROS, E.B.; GUADAGNIN, J.P. Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de milho. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 571-578, 2007.

CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

CARVALHO, A.; MEDINA-FILHO, H.P.; FAZUOLI, L.C. Evolução e melhoramento do cafeeiro. In: COLÓQUIO SOBRE CITOGENÉTICA E EVOLUÇÃO DE PLANTAS, 10., 1984, Piracicaba. Anais... Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**, 1985, p.215-234.

CARVALHO, A.; MEDINA-FILHO, H.P.; FAZUOLI, L.C.; GUERREIRO-FILHO, O.; LIMA, M.M.A. Aspectos genéticos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.14, n.1, p.135-183, 1991

CEDILLO, D.S. **Diversidade genética e seleção em palma de óleo (*Elaeis oleífera* e *Elaeis guianensis*) no Equador**. 2013. 51f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

CHARRIER, A., BERTHAUD, J. (1988). Principles and Methods in Coffee Plant Breeding: *Coffea canephora* Pierre. In: Clarke, R. J. and Macrae, R.(eds). *Coffee: Agronomy*. London, v. 4, p. 167-197.

CHIA, G.S. et al. Repetibilidade da produção de cachos de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro. *Acta Amazonica*, v.39, p.249-254, 2009

CLEMENT, C.R.; YUYAMA, K.; CHÁVEZ FLORES, W.B. Recursos genéticos de pupunha. In: SOUSA, N.R.; SOUZA, A.G.C. (Ed.). **Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental: conservação, pesquisa e utilização**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p.143-187.

CLEMENT, C.R. (Ed.). *Domesticação e melhoramento de espécies amazônicas*: Embrapa, 2001. p.143-187.N.R..143-187. 2009.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira: Café Safra 2011, terceiro levantamento | Setembro/ 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/Acesso>: Out 15,2016.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: Café Safra 2015, segundo levantamento. Setembro/ 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/Acesso>: Jun 23,2017

CONAB. Acompanhamento as Safra Brasileira: Café safra 2016, terceira estimativa, Setembro/2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/Acesso>: Jan_20, 2017.

CONAB. Acompanhamento as Safra Brasileira: Café safra 2017, terceira estimativa, Abril/2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/Acesso>: Jun 20, 2017.

CORNELIUS, J.P.; WEBER, J.C.; SOTELO-MONTES, C.; UGARTE-GUERRA, L.J. Phenotypic correlations and site effects in a Peruvian landrace of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) **Euphytica**, v.173, n.2, p.173-183, 2010.

CRUZ, C. D. Programa genes: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.

Disponível: http://arquivo.ufv.br/dbg/genes/Genes_Br.htm

CRUZ, C.D. e CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 2003. 585p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. v.1,480 p.

Cruz, C.D. Programa Genes: Biometria. Editora UFV. Viçosa, MG: 2006. 382p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. V. 1, 4ª ed. Editora UFV. Viçosa, MG: 2012 514p.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, n.1, p.36-40, 1996.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1981. 279p.

FARIAS NETO, J.T.; RESENDE, M.D.V. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de componentes de variância de predição de valores genéticos em pupunheira (*Bactris gasipaes*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.2, p.320-324, 2001.

FARIAS NETO, J.T.; YOKOMIZO, G.; BIANCHETTI, A. Coeficientes de repetibilidade genética de caracteres em pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, p.731-733, 2002

FARIAS NETO, J.T.; CLEMENT, C.R.; RESENDE, M.D.V. Estimativas de parâmetros genéticos e ganho de seleção para produção de frutos em progênies de polinização aberta de pupunheira no Estado do Pará, Brasil. **Bragantia**, v.72, n.2, p.122-126, 2013.

FASSIO, L. H.; SILVA, A. E. S. Importância econômica e social do café conilon. In: FERRÃO, R. G. et al. (Ed.). **Café conilon**. Vitória: Incaper, 2007. p. 37-49

FAZUOLI, L. C. Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; T., Y. (Ed.). **Genética e melhoramento do cafeeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potassa e do Fosfato, 1986. p. 87-113.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. 'EMCAPER 8151'- robusta tropical: primeira variedade melhorada de café conilon de propagação por sementes para o Estado do Espírito Santo, m,,m,mo. Vitória, ES: Emcaper, 2000b. 2 p. (Emcaper. Documento, 103).

FERRÃO, R. G. et al. (Ed.). **Café conilon**. Vitória: Incaper, 2007. p. 37-49

FERRÃO, R. G. ;; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. ; PACOVA, B. E. V. Melhoramento genético de *Coffea canephora*. In: FERRÃO, R. G. et al. (Eds.). **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper. 2007a, p.121-173.

FERRÃO, R. G. ; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. Cultivares café conilon. In: FERRÃO, R. G. et al. (Eds.). **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper. 2007b, p.2003-225.

FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; BRAGANÇA, S.M. Cultivares de Café Conilon. In: FERRÃO R.G., FONSECA A.F.A., BRAGANÇA S.M., FERRÃO M.A.G., DE MUNER L.H. (eds) **Café conilon**. Vitória, pp. 203-225. 2007^a

FERRÃO, R. G.; CRUZ, C.D.; FERREIRA, A.; FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.A.F.; PAULO, C.R.; CARNEIRO, C.P.C.S.; SILVA, M.S. Parâmetros genéticos em café Conilon **.Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.43, n.1, p.61-69, jan. 2008

FERRÃO, R.G., FONSECA, A.F.A., FERRÃO, M.A.G., VERDIN FILHO, A.C., VOLPI, P.S., MUNER, L.H., LANI, J.A., PREZOTTI, L.C., VENTURA, J.A., MARTINS, D.S., MAURI, A.L., MARQUES, E.M.G., ZUCATELI, F. (2012). **Café Conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas**. 14. ed. Vitória: Incaper, 73 p. (Circular Técnica, 3-I).

FERRAZ, A. Cultura do café, 2013. Disponível: <http://www.ifcursos.com.br/>

FINLAY, K.W; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding program. **Journal of Agricultural Research**. v.14, n.6, p.742-754, 1963.

FONSECA, A. F. A. D. et al. Repeatability and number of harvests required for selection in robusta coffee. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 4, p. 325-329, 2004.

FONSECA, A. et al.; **Café conilon do plantio a colheita**. 1. ed. Viçosa, MG: UFV, 2015. Cap. 1 v.1, 257 p.

FONSECA, A.F.A. da. Análises biométricas em café Conilon (*Coffea canephora* Pierre). 1999. 121p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GOMES JÚNIOR, R.A.; LOPES, R.; CUNHA, R.N.V.; PINA, A.J.A.; SILVA, M.P.; RESENDE, M.D.V. Características vegetativas na fase juvenil de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro. *Revista de Ciências Agrárias*. v. 58, n. 1, p. 27-35, 2015.

HENDERSON, C.R. (1984) *Applications of linear models in animal breeding*. Guelph: University of Guelph, 462 p.

HENDERSON, C.R. (1975). Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics*, Arlington, v. 31, p. 423-447.

HUENH, M. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 1: Theory. *Euphytica*, v. 47, n. 3, p. 195-201, 1990.

HUENH, M. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 2: Applications. *Euphytica*, v. 47, n. 3, p. 189-194, 1990.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. Trade statistics. Disponível em: <http://www.ico.org/coffee_prices.asp>.

LIN, C.S. BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal Plant Science*, v. 68, n. 1, p. 193-198, 1988.

KRUG, C.A.; MENDES, J.E.T. & CARVALHO, A. **Taxonomia de Coffea arábica L. Descrição das variedades e formas encontradas no estados de São Paulo**. Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo. Campinas, 1938.
1ª Reunião Sul-Americana de Botânica, Rio de Janeiro, outubro de 1938.

MARCOLAN, A. L. et al. Cultivo dos cafeeiros Conilon e Robusta para Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2009. 67 p.

MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M.C.; (Ed.). **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p.478.

MARCOLAN, A. L. et al. Implantação da lavoura (Ed.). **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Cap. 7, p.161-173.

MISTRO, J. C. et al. Determination of the number of years in Arabic coffee progenies selection through repeatability. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 8, p. 79-84, 2008.

NASCIMENTO, M.; CRUZ, C.D.; CAMPANA, A.C.M.; TOMAZ, R.S.; SALGADO, C.C.; FERREIRA, R.P. Alteração no método centroide de avaliação da adaptabilidade genotípica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.3, p.263-269, 2009.

OLIVEIRA, M.S.P.; MÔRO, J.R.; PERECIN, D. Divergência genética entre acessos de açaizeiro fundamentados em descritores morfoagronômicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p.501-506, 2007.

OLIVEIRA, M.J.S., ARAUJO, V.L. Aspectos econômicos da cafeicultura. (Ed.). **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Cap.1 p.27-37

PATTERSON, H.D.; THOMPSON, R. (1971). Recovery of inter-block information when blocks sizes are unequal. **Biometrika**, London, v. 58, n. 2, p. 545-554.

PEREIRA, T.B., MENDES, A.N.G., BOTELHO, C.E., DE REZENDE, J.C., VILELA, D.J.M., RESENDE, M.D.V. (2014). Seleção de progênies F4 de cafeeiro obtidas de cultivares do grupo ICATU. **Coffee Science**, 8(3), 337-346.

PIRES, J.E.; RESENDE, M.D.V.; SILVA, R.L.; RESENDE JÚNIOR, M.F.R. *Genética florestal*. Editora Arka. Viçosa, MG: 2011. 328p.

PLAISTEDE, R.L.; PETERSON, L.C. **A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations and seasons**. *American Potato Journal*, v. 36, p. 381-385, 1959.

RAMALHO A. R. *et al.* Progresso genético com a seleção de clones de conilon no Estado de Rondônia. *In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. Anais...* Brasília: Embrapa Café, 2011. 1 CD-ROM.

RAMALHO A. R. *et al.* Progresso genético da produtividade de café beneficiado com a seleção de clones de cafeeiro conilon. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 516-523, jul-set, 2016.

RANGEL P.H.N. *et al.* Ganhos na Produtividade de Grãos pelo Melhoramento Genético do Arroz Irrigado no Meio-Norte do Brasil. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.35, n.8, p.1595-1604, ago. 2000.

RESENDE, M. D. V. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 185-193, 2001.

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

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

RESENDE, M.D.V. **SELEGEN-REML/BLUP - Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos**. Colombo-PR: Embrapa Florestas, 2007^a. 359 p.

RESENDE, M.D.V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007^b. 359p.

ROCHA, R. B.; ABAD, J.I.M.; ARAÚJO, E.F.; CRUZ, C.D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v.15, n.3, p. 255-266, 2005.

ROCHA, R. B.; TEIXEIRA, A.L.; RAMALHO, A.R.; SOUZA, F.F. (ED.). *Café na Amazônia*. Brasília, Df: Embrapa, 2015. 474p.

RODRIGUES, W. N. *et al.* Estimativa de Parâmetros Genéticos de Grupos de Clones de Café Conilon. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 177-186, maio/ago. 2012. Disponível: <http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/308>.

SHIMOYA, A. Comportamento per se, divergência genética e repetibilidade em capim- elefante (*Pennisetum purpureum* Schumacher). 2000. 147 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

SILVA, J.G.C.; BARRETO, J.N. Aplicação da regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: SIMPOSIO DE EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA, 1. **Anais...**Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1985. P. 49-50

SOUZA, F.F., et al. Aspectos gerais da biologia e da diversidade genética de *Coffea canephora*. (Ed.). *Café na Amazônia*. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Cap.4 p.85-95

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *Jornal of Animal Science*, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E., VIÉGAS, G.P. (ed). *Melhoramento e produção do milho*. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.137-214.