

# CARACTERIZAÇÃO E USO DA VARIABILIDADE GENÉTICA DE BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE *Coffea canephora* Pierre ex Froehner

Rodrigo Barros Rocha<sup>1</sup>, Diogo dos Santos Vieira<sup>2</sup>, André Rostand Ramalho<sup>3</sup>, Alexsandro Lara Teixeira<sup>4</sup>

(Recebido: 24 de agosto de 2012; aceito: 25 de julho de 2013)

**RESUMO:** Estratégias eficientes para manipular a variabilidade genética são determinantes para o sucesso dos programas de melhoramento de *Coffea canephora*. Combinações entre genitores divergentes expressam maior efeito heterótico, devendo a seleção de matrizes considerar, simultaneamente, a divergência genética e o desempenho agrônomico superior. Objetivou-se, neste trabalho, quantificar a diversidade genética de acessos de *C. canephora* do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Rondônia, visando à identificação de plantas de maior divergência genética e maior potencial produtivo para hibridização. Para isso, entre 1100 acessos foram pré-selecionadas 89 plantas para avaliação dos principais componentes da produção de café beneficiado. Para a quantificação da diversidade genética foi utilizada a técnica de componentes principais, associada a pontos de referência para reunir as informações de divergência genética e de desempenho agrícola em uma única análise. Os acessos selecionados apresentaram expressiva variabilidade genética para os principais componentes de produção, com destaque para os valores de peneira média acima de 17, o que indica uma condição favorável para a realização de cruzamentos controlados visando à seleção de plantas de maior produtividade e tamanho de grãos.

**Termos para indexação:** *Coffea canephora*, divergência genética, potencial produtivo, robusta, conilon.

## CHARACTERIZATION AND USE OF GENETIC VARIABILITY OF BANK ACTIVE GERMOPLASM *Coffea canephora* Pierre ex Froehner

**ABSTRACT:** Efficient strategies to manipulate the genetic variability are crucial to the success of breeding programs *Coffea canephora*. Combinations between divergent parents express greater heterosis effect, and the selection of matrices consider both genetic divergence and superior agronomic performance. The objective of this study was to quantify the genetic diversity of *C. canephora* accesses Active Germplasm Bank of Embrapa Rondônia, in order to identify plants of greater genetic diversity and higher yield potential for hybridization. For this, between 1100 accessions were pre-selected 89 plants for evaluation of major components in the production of processed coffee. For quantification of genetic diversity technique for principal components associated landmarks to gather the information of genetic divergence and agricultural performance in a single analysis was used. The selected accessions showed significant genetic variability for the major components of production, highlighting the values of average blend above 17, which indicates a favorable condition for performing controlled crosses for selection of plants for increased productivity and grain size.

**Index terms:** *Coffea canephora*, genetic divergence, productive potential, robusta, conilon.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a bebida do café é consumida por mais de dois bilhões de pessoas, número esse, que corresponde a 33% da população mundial. Na Amazônia Ocidental, a principal espécie cultivada é o *Coffea canephora*, que se caracteriza por apresentar plantas de duas variedades botânicas distintas, denominadas conilon e robusta. No ano de 2011, o estado de Rondônia destacou-se como segundo maior produtor brasileiro de *C. canephora*, cultivado em sua maioria em pequenas áreas de até 10 hectares (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012).

A seleção de plantas de maior potencial produtivo e melhor uniformidade de maturação é considerada uma das principais alternativas para o aumento de produtividade dos cafezais

(RAMALHO et al., 2011). Estratégias eficientes para uso da variabilidade genética são determinantes para o sucesso dos programas de melhoramento do cafeeiro. Bancos de germoplasma utilizados apenas com o objetivo de conservação da variabilidade genética podem, ao invés de promover, atrasar programas de melhoramento, devido ao alto dispêndio de recursos financeiros necessários para sua manutenção (LEEUEWEN; LLERAS-PÉREZ; CLEMENT, 2005).

A conservação dos recursos genéticos visando à recombinação entre matrizes superiores e divergentes permite agregar valor à variabilidade genética contida nos bancos de germoplasma (CARVALHO et al., 1991; GASPARIPEZZOPANE; MEDINA FILHO; BORDIGNON, 2004). Características de alta herdabilidade, tais como, peneira média e resistências a doenças

<sup>1,3,4</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Rondônia - BR 364 - Km 5,5 - Zona Rural - 76815-800 Porto Velho - RO - rodrigo.rocha@embrapa.br - andre.rostand@embrapa.br - alexsandro.teixeira@embrapa.br

<sup>2</sup>Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná - CEULJI / ULBRA - Av. Eng.º. Manoel Barata Almeida da Fonseca, 762 - Bairro Jardim Aurélio Bernardi - Cx. P. 271 - CEP 76.907-438 - Ji-Paraná - RO - diogo.sanytos@hotmail.com

(FERRÃO et al., 2008), podem ser utilizadas para seleção precoce de plantas que devem reunir um conjunto de características agrônomicas superiores. Nesse contexto, a existência de variabilidade genética na população é condição básica para a obtenção de ganhos com a seleção, proporcionada pelo aumento da frequência de alelos favoráveis e de maior adaptação às condições edafoclimáticas regionais (FALCONER, 1987; FONSECA et al., 2006).

O Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Rondônia originou-se de acessos de *Coffea canephora* da variedade botânica Robusta, provenientes do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e acessos *C. canephora* da variedade botânica Conilon, selecionados em lavouras comerciais dos polos cafeeiros do estado de Rondônia (VENEZIANO; FAZUOLI, 2000). No ano de 1996, foram introduzidos 1100 novos acessos obtidos a partir de sementes pré-selecionadas para maior tamanho de grãos, e que atualmente, destacam-se pelo seu potencial para seleção de plantas.

Combinações entre genitores divergentes expressam maior efeito heterótico devendo a seleção considerar simultaneamente a divergência genética e características agrônomicas superiores (RESENDE, 2002). O vigor híbrido, definido como o desempenho superior de progênies provenientes de cruzamentos divergentes, se expressa nos cruzamentos entre as variedades botânicas Conilon e Robusta (FERRÃO et al., 2008). Berthaud (1980) e Montagnon et al. (2000) observaram que cruzamentos divergentes produziram progênies com produtividades de 20 a 50%, acima da média das testemunhas. Ferrão et al. (2008) e Ivoglo et al. (2008) também sugerem o cruzamento entre materiais genéticos divergentes e superiores para melhor explorar o potencial heterótico das combinações divergentes.

Atualmente, maior importância tem sido dada a métodos preditivos, que permitem quantificar a variabilidade genética de cafeeiros, sem a necessidade de realização de cruzamentos e avaliação de progênies híbridas (FREITAS et al., 2009; MURO-ABAD; ROCHA; CRUZ, 2005). Em geral, a seleção *a priori* de genitores é realizada utilizando avaliações de variabilidade genética e de desempenho agrônomo em etapas distintas (DIAS et al., 2004). Visando associar essas avaliações em uma única análise, foi utilizada a técnica de componentes principais associada a pontos referência (NASCIMENTO et al., 2009;

ROCHA et al., 2005). Essa estratégia possibilita a avaliação simultânea de todos os acessos em avaliação com a redução da dimensionalidade original do conjunto de dados e mínima perda de informação.

Objetivou-se, neste trabalho, quantificar a divergência genética de acessos de *C. canephora* do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Rondônia, visando à identificação de cafeeiros de maior divergência genética e maior potencial produtivo para hibridização.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Experimento de campo

Foi avaliada a divergência genética entre 89 acessos pré-selecionados de uma população de 1100 plantas de *C. canephora*, mantidas no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Rondônia. O BAG foi instalado no campo experimental de Ouro Preto do Oeste – RO, em novembro de 1996, em espaçamento de 3 x 2m, a partir de sementes provenientes de plantas avaliadas em lavouras comerciais e selecionadas para maior tamanho de grãos (SOUZA; SANTOS, 2009). Para renovação do cafezal, o BAG foi recepada em agosto de 2010 e as desbrotas realizadas nos meses de janeiro e fevereiro de 2011 com padronização do número de ramos ortotrópicos, em quatro hastes por planta (MARCOLAN et al., 2009). Após a recepa do cafezal foram selecionados visualmente 89 acessos, com base nas seguintes características: vigor vegetativo, arquitetura das plantas, tamanho de grãos, época de maturação e aspectos fitossanitários gerais, considerando-se a incidência de ferrugem alaranjada (*Hemileia vastatrix* Berk et Br) e de cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk et Cook).

O clima típico da região onde está instalado o BAG, segundo Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa (outubro a maio) no verão e seca bem definida no inverno. Deficiência hídrica acumulada (DEF=175 mm) de junho a setembro e excedente hídrico acumulado (EXC=781 mm) de novembro a abril para 100 mm de retenção hídrica (RH). A amplitude da temperatura média anual varia de 21,2°C a 30,3°C, sendo que as temperaturas mais elevadas ocorrem entre os meses de julho e agosto. A precipitação média anual é de 1.939 mm, com umidade relativa média do ar em torno de 81%. As adubações para o primeiro ano após recepa foram realizadas, conforme Marcolan et al. (2009).

Para quantificação da variabilidade genética foram avaliadas as seguintes características: altura de plantas, medida do nível do solo ao ponto final de crescimento da planta (ALT), número de ramos plagiotrópicos produtivos (NPLAG), distância entre rosetas da parte intermediária do ramo plagiotrópico, obtida a partir da média de três avaliações (DROS), número de grãos por roseta da parte intermediária do ramo plagiotrópico, obtida a partir da média de três avaliações (GROS); número de rosetas por ramo plagiotrópico obtida a partir da média de três avaliações (RPLAG), época de maturação, com o registro da data de colheita e produção de café cereja avaliado em balança de até 50 Kg (CAFEC). Após a colheita, amostras de frutos de até 1,5 Kg de café da roça por planta foram retiradas e colocadas para secar, em terreiro de alvenaria. Após a secagem, amostras de 400g foram beneficiadas para obtenção do rendimento de café beneficiado (REND). As avaliações de peneira média (PEN) foram realizadas a partir de amostras de 100g, utilizando conjunto de peneiras com malhas de 8 tamanhos diferentes para grãos tipo chato e 6 para tipo moça.

## 2.2 Quantificação da diversidade genética e seleção de acessos

Para quantificação da divergência genética foi utilizado o método de componentes principais associado a referências ideais (ideótipos), criados com base nos dados experimentais, para representar os genótipos de máxima e mínima adaptabilidade geral (NASCIMENTO et al., 2009; ROCHA et al., 2005). A técnica multivariada de componentes principais permite a obtenção de um número reduzido de variáveis abstratas e independentes para representar, em ordem de estimação, o máximo da variação total contida nas variáveis originais. A sua principal característica é permitir a redução da dimensionalidade do conjunto de dados, com mínima perda da informação (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

O ideótipo de máxima adaptabilidade geral representa a planta ideal, utilizada para comparação com os acessos do BAG na projeção dos componentes principais, e que apresenta menor altura, maior número de ramos plagiotrópicos, menor distância entre rosetas, maior número de grãos por roseta, maior número de rosetas por ramos, maior produção de café beneficiado, maior peneira média. Por sua vez, o ideótipo de mínima adaptabilidade geral se caracteriza por apresentar maior altura, menor número de ramos plagiotrópicos, maior distância entre rosetas,

menor número de grãos por roseta, menor número de rosetas por ramo, menor produção de café beneficiado e menor peneira média, entre todas as plantas observadas.

Para quantificar grau de associação entre os componentes de produção foram obtidas as estimativas de correlação simples e parcial entre as características avaliadas. As correlações simples foram estimadas utilizando a expressão (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004):

$$r_{xy} = \frac{COV_{(x,y)}}{\sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2}}$$

$COV_{(x,y)}$  = covariâncias entre as características x e y;  $\sigma_x^2$  = variância fenotípica da característica x,  $\sigma_y^2$  = variância fenotípica da característica y. As estimativas dos coeficientes de correlação parcial foram obtidas utilizando a expressão (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004):

$$r_{xy.z} = \frac{r_{xy} - r_{xz}r_{yz}}{(1 - r_{xz}^2)(1 - r_{yz}^2)}$$

$r_{xy.z}$  = correlação parcial entre as características x e y retirando o efeito de z,  $r_{xy}$  = correlação simples entre x e y,  $r_{xz}$  = correlação simples entre x e z,  $r_{yz}$  = correlação simples entre y e z. A significância dos coeficientes de correlação parcial foi avaliada pelo teste t, em 5% e 1% de probabilidade (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização da diversidade genética entre acessos permite manipular a variabilidade nas populações de melhoramento direcionando cruzamentos de maior heterose. Os acessos selecionados visualmente no BAG apresentaram expressiva variabilidade genética, para os componentes de produção avaliados (Tabela 1). Apesar da menor acurácia da seleção massal, observa-se que os acessos apresentaram peneira média comparável ao de cultivares comerciais (BRAGANÇA et al., 2001; RODRIGUES et al., 2012). Ferrão et al. (2008) observaram que mais de 90% da variabilidade para tamanho de grãos é de natureza genética, subsidiando a obtenção de ganhos com a seleção precoce.

A expressiva variabilidade genética quantificada entre os acessos avaliados pode ser atribuída a diferentes origens e ao fato de se tratar de uma espécie de polinização cruzada

com autoincompatibilidade gametofítica que, naturalmente, apresenta genótipos altamente heterozigotos. O coeficiente de variação ambiental ( $CV_e$ ) variou de 7,17 para peneira média até 29,87 para produção de café cereja, indicando menor influência do ambiente sobre a primeira característica e maior sobre a segunda.

Segundo Carvalho et al. (1991), devido à bionalidade e à longa fase juvenil do cafeeiro, a caracterização do valor genético da produção de café cereja deve considerar medições ao longo do tempo e do espaço; com avaliação de, pelo menos, quatro colheitas de população estruturada em famílias ou provenientes da propagação vegetativa. Embora bancos de germoplasma sejam importantes para conservação, o seu uso no programa de melhoramento deve considerar a limitação resultante da avaliação de plantas não aparentadas e representadas por uma única parcela. Neste contexto, é importante definir o objetivo da seleção de plantas: identificar no banco de germoplasma, genótipos divergentes e de maior potencial produtivo para hibridização (Tabela 1). A produção média de 5,50 kg de café cereja por planta é comparável com a primeira produção após recepa e indica uma boa condução experimental (Tabela 1).

A seleção de genitores pode se basear em uma única característica ou considerar um conjunto de atributos favoráveis para o desenvolvimento de um produto final de qualidade superior. A magnitude e o sentido das correlações fazem com que a seleção baseada em uma única característica possa resultar em alterações não

desejadas em outros componentes da produção de café beneficiado. Estimativas de correlação parcial permitem isolar relações de causa e efeito entre duas características, removendo o efeito das restantes (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

De acordo com o teste  $t$  a 1 e 5% de probabilidade foram identificadas sete associações significativas entre os componentes de produção do café beneficiado (Tabela 2). Algumas associações favorecem a seleção de plantas, tais como as correlações positivas da produção de café cereja com o número de ramos plagiotrópicos, e do número de rosetas por ramo, com o número de grãos por roseta (Tabela 2). Esses resultados indicam uma coerência das avaliações e o potencial de uso de características de maior herdabilidade para seleção precoce.

A correlação positiva entre altura e distância entre rosetas no ramo plagiotrópico indica a possibilidade de selecionar plantas de menor porte e de menor distância entre rosetas. A correlação entre rendimento e grãos classificados em peneira alta indica a importância do maior tamanho de grãos para a produção de café beneficiado (Tabela 2).

No entanto, também foram observadas associações que dificultam o processo de seleção, tais como a correlação negativa de grãos classificados em peneira alta com o número de grãos por roseta e correlação positiva com a distância entre rosetas. Ou seja, o maior número de grãos por roseta esteve associado a uma maior distância entre elas e menor peneira média.

**TABELA 1** - Medidas de posição e de dispersão dos componentes de produção avaliados em 89 acessos de *C. canephora*, do banco de germoplasma da Embrapa Rondônia, localizado no município de Ouro Preto do Oeste - RO.

Variável	Média	Mínimo	Máximo	Variância	$CV_e$	LI-IC <sub>(90%)</sub>	LS-IC <sub>(90%)</sub>
ALT	1,52	1,15	1,90	0,04	13,16	1,46	1,58
NPLAG	19,74	9,00	27,00	17,66	21,29	18,44	21,04
DROS	2,14	1,28	2,93	0,14	17,48	2,03	2,26
GROS	23,13	16,67	31,33	18,04	18,36	21,82	24,44
CAFEC	5,50	1,50	9,55	2,70	29,87	5,13	5,86
PEN	16,08	13,45	17,95	1,33	7,17	15,83	16,54
RPLAG	10,14	7,00	14,00	3,64	18,82	9,55	10,73

ALT: Altura ( $m.planta^{-1}$ ), NPLAG: número de ramos plagiotrópicos, DROS: distância entre rosetas, GROS: grãos por roseta, CAFEC: produção de café cereja, PEN: peneira média, RPLAG: número de ramos plagiotrópicos,  $CV_e$ : coeficiente de variação experimental, LI-IC<sub>(90%)</sub>: limite inferior do intervalo de confiança a 90% de probabilidade, LS-IC<sub>(90%)</sub>: limite superior do intervalo de confiança a 90% de probabilidade.



**TABELA 2** - Estimativas dos valores de correlação parcial entre os componentes de produção avaliados em 89 acessos de *C. canephora*, do BAG da Embrapa Rondônia.

Pares de variáveis	$r_{\text{simples}}$	$r_{\text{parcial}}$	t	Prob.
ALT x NPLAG	0,38	0,31	2,98**	0,39
ALT x DROS	0,19	0,26	2,41*	1,62
NPLAG x CAFEC	0,41	0,26	2,45*	1,55
DROS x GROS	0,34	0,33	3,14**	0,24
GROS x CAFEC	0,26	0,32	3,00**	0,36
GROS x PEN	-0,44	-0,47	-4,73**	0,01
CAFEC x RPLAG	0,37	0,30	2,87**	0,52
REND x PEN	0,39	0,37	3,58**	0,07

ALT: Altura (m.planta<sup>-1</sup>), NPLAG: número de ramos plagiotrópicos, DROS: distância entre rosetas, GROS: grãos por roseta, CAFEC: produção de café cereja, PEN: peneira média, RPLAG: número de ramos plagiotrópicos.

Associações entre o crescimento vegetativo e a produção de grãos também foram observadas por Bragança et al. (2001) em *C. canephora* e por Medina Filho, Bordignon e Carvalho (2008) em *C. arabica* L., que observaram que a maior produtividade esteve associada ao maior desenvolvimento de ramos plagiotrópicos. Associações negativas entre peneira média e número de grãos por roseta também foram observadas por Charrier e Eskes (2004), que sugerem que o menor tamanho de grãos deve-se a uma limitação da planta de nutrir adequadamente maior número de grãos por roseta. Em *C. arabica*, Alves (2008) observou associação positiva da intensidade da ramificação plagiotrópica com o potencial produtivo das plantas e negativa com o porte das plantas.

Associações indesejáveis limitam a ocorrência natural de plantas que reúnam uma série de características favoráveis. Em relação aos acessos avaliados, a planta ideal foi aquela que apresentou menor altura (1,15m), maior número de ramos plagiotrópicos (27), menor distância entre rosetas (1,28 cm), maior número de grãos por roseta (33), maior produção de café cereja (9 kg), maior peneira média (18) e maior número de rosetas por ramos (14). Diferente de outros métodos que utilizam a informação da variabilidade genética em etapas, a técnicas de componentes principais associada a pontos referenciais foi utilizada para associar a divergência genética e a produção de café cereja em uma única avaliação, utilizando a redução da dimensionalidade associada a pontos referenciais.

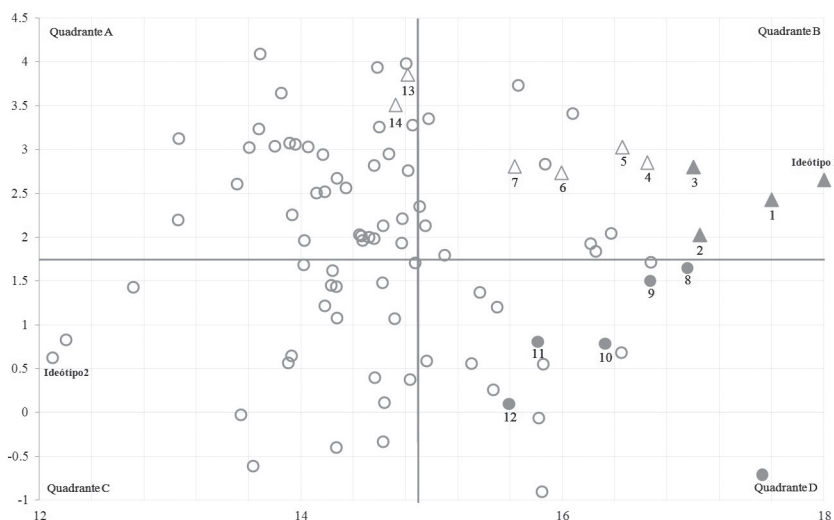
Nesse método, a divergência genética é quantificada pela distância entre os acessos na dispersão gráfica dos dois primeiros componentes

principais ( $CP_1$  e  $CP_2$ ) que devem representar, preferencialmente, acima de 80% da variação original contida nos dados (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). A dispersão gráfica dos dois primeiros componentes principais mostrou que apenas alguns acessos se aproximaram do ideótipo de máxima adaptabilidade geral (Figura 1). A interpretação da dispersão dos acessos permite identificar quatro grupos de maior divergência genética, identificados pelos quadrantes A, B, C e D (Figura 1).

Baseado nos valores de distância entre os acessos e os pontos referenciais, foram selecionadas 14 plantas pertencentes aos quadrantes A, B e D para cruzamentos, visando recombinar acessos de maior divergência genética, produção de café cereja e peneira média (Tabela 3). Devido ao seu desempenho agrônomo inferior, acessos de maior divergência do quadrante C não foram selecionados para a recombinação.

O cruzamento entre acessos divergentes é uma importante etapa do melhoramento que objetiva o desenvolvimento de híbridos de maior vigor e que reúnam as melhores características das variedades botânicas Conilon e Robusta (MISTRO; FAZUOLI; BRAGHINI, 2009; SOUZA; SANTOS, 2009).

O desempenho superior de indivíduos provenientes de cruzamentos divergentes contribuiu para que Berthaud (1980) justificasse a implantação de um programa de seleção recorrente recíproca na Costa do Marfim, que permitiu a obtenção de híbridos que apresentaram produtividade superior (MISTRO et al., 2004; MONTAGNON et al., 2000).



**FIGURA 1** - Dispersão gráfica dos dois primeiros componentes principais de 89 acessos de *Coffea canephora*. Os círculos representam acessos de produtividade inferior e os triângulos de produtividade superior a 8,0 kg.planta<sup>-1</sup> de café cereja. As formas preenchidas representam acessos com peneira acima de 17. Os acessos numerados de 1 a 14 foram selecionados para recombinação.

**TABELA 3** - Esquema de dialelo parcial circulante dos 14 indivíduos selecionados, considerando maior produtividade, peneira média e divergência genética entre eles.

Genitores <sup>1</sup>	1	2	3	4	5	6	7
8	X	X	X				
9		X	X	X			
10			X	X	X		
11				X	X	X	
12					X	X	X
13	X					X	X
14	X	X					X

<sup>1</sup> Os números de 1 a 14 identificam as plantas selecionadas para cruzamento.

A avaliação criteriosa e detalhada das plantas é fundamental para reunir múltiplas características favoráveis em uma mesma planta, com a possibilidade de selecionar, precocemente, materiais que irão competir em ensaios clonais. Os elevados custos do melhoramento de espécies perenes fazem da utilização mais apropriada dos bancos de germoplasma, condição fundamental para aumentar a probabilidade de se obter plantas superiores.

#### 4 CONCLUSÕES

- O uso da técnica de componentes principais associada a pontos referência de comportamento conhecido permite associar a variabilidade genética dos acessos ao desempenho de outros componentes de produção.

- Os acessos apresentaram expressiva variabilidade genética para os principais componentes de produção associado a altos valores de peneira média.

- A caracterização da variabilidade genética e a seleção dos acessos configura uma situação favorável para a realização de cruzamentos controlados em dialelo parcial circulante visando o desenvolvimento de população de melhoramento de maior vigor e tamanho de grãos.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, pelo apoio ao projeto “Melhoramento Genético de Cafeeiros Conilon e Arábica para Produtividade e Qualidade da

Bebida na Amazônia Ocidental”, ao CNPq e a todos os funcionários do campo experimental de Ouro Preto do Oeste, pela dedicação ao trabalho em todos esses anos.

## 6 REFERÊNCIAS

- ALVES, J. D. Morfologia do cafeeiro. In: CARVALHO, H. S. C. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. p. 334.
- BERTHAUD, J. L'incompatibilité chez *Coffea canephora*: méthode de test et déterminisme génétique. **Café Cacao Thé**, Paris, v. 24, n. 1, p. 167-174, 1980.
- BRAGANÇA, S. M. et al. Clonal varieties of Conilon coffee for the Espírito Santo State, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 765-770, maio 2001.
- CARVALHO, A. et al. Genetic-aspects of the Coffee Tree. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 1, p. 135-183, 1991.
- CHARRIER, A.; ESKES, A. B. Botany and genetics of coffee. In: WINTGENS, J. N. (Ed.). **Coffee: growing, processing, sustainable production**. Darmstadt: WILEY-VCH, 2004. p. 25-56.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2004. v. 1, 480 p.
- DIAS, L. A. S. et al. A priori choice of hybrid parents in plants. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 3, n. 3, p. 356-368, 2004.
- FALCONER, D. S. **Introdução a genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, 1987. 279 p.
- FERRÃO, R. G. et al. Genetic parameters in Conilon coffee. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 61-69, jan. 2008.
- FONSECA, A. F. A. et al. Genetic divergence in conilon coffee. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 599-605, abr. 2006.
- FREITAS, R. G. et al. Prediction of genetic gains in open pollinated progenies of *Eucalyptus urograndis* cultivated in different environments and submitted to different selection procedures. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 255-263, mar./abr. 2009.
- GASPARI-PEZZOPANE, C. D.; MEDINA FILHO, H. P.; BORDIGNON, R. Variabilidade genética do rendimento intrínseco de grãos em germoplasma de *Coffea*. **Bragantia**, Campinas, v. 63, p. 39-54, 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de recuperação automática**: banco de dados agregados. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 8 out. 2012.
- IVOGLO, M. G. et al. Divergência genética entre progênies de café robusta. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 823-831, 2008.
- LEEUWEN, J. van; LLERAS-PÉREZ, E.; CLEMENT, C. R. Field genebanks may impede instead of promote crop development: lessons of failed genebanks of “promising” Brazilian palms. **Agrociencia**, Montevideo, v. 9, n. 1/2, p. 61-62, 2005.
- MARCOLAN, A. L. et al. **Cultivo dos cafeeiros conilon e robusta para Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA, 2009. 67 p. (EMBRAPA Rondônia: Sistema de Produção, 33).
- MEDINAFILHO, H. P.; 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. 334.
- MISTRO, J. C. et al. Estimates of genetic parameters and expected gains with selection in robust coffee. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 4, p. 86-91, 2004.
- MISTRO, J. C.; FAZUOLI, L. C.; BRAGHINI, M. T. Melhoramento do café robusta no Instituto Agrônomo de Campinas. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). **Tecnologias para produção do café Conilon**. Viçosa, MG: DFT/UFV, 2009. p. 201-247.
- MONTAGNON, C. et al. Genotype-location interactions for *Coffea canephora* yield in the Ivory Coast. **Agronomie**, Glembox, v. 20, n. 1, p. 101-109, 2000.
- MURO-ABAD, J. I.; ROCHA, R. B.; CRUZ, C. D. Obtenção de híbridos *Eucalyptus* spp. auxiliado por marcadores moleculares microssatélites. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 67, p. 53-63, 2005.
- NASCIMENTO, M. et al. Alteração no método centróide de avaliação da adaptabilidade genotípica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 263-269, 2009.

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: Consórcio Pesquisa Café/EMBRAPA Café, 2011. v. 1, p. 1-6.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. São Paulo: USP, 2002. v. 1, 975 p.

ROCHA, R. B. et al. Utilização do método centróide para estudo da estabilidade e adaptabilidade ao ambiente. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, p. 255-266, 2005.

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, 2012.

SOUZA, F. F.; SANTOS, M. M. D. Melhoramento genético do café canéfora em Rondônia. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). **Tecnologias para produção do café Conilon**. Viçosa, MG: DFT/UFV, 2009. p. 175-200.

VENEZIANO, W.; FAZUOLI, L. C. Avaliação de cultivares de cafeeiros robusta (*Coffea canephora*) em Rondônia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Café; Minasplan, 2000. p. 459-461.