

Adaptabilidade e estabilidade da produção de café beneficiado em *Coffea canephora*

Adaptability and stability of *Coffea canephora* coffee bean yield

Rodrigo Barros Rocha^{*} André Rostand Ramalho¹ Alexsandro Lara Teixeira¹
Flávio de França Souza^{II} Cosme Damião Cruz^{III}

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar a capacidade discriminatória de métodos para seleção e recomendação de clones de cafeeiros da espécie *Coffea canephora*, considerando a interação genótipos x anos na distribuição da produtividade de café beneficiado, nos períodos de 2000 a 2004 e de 2007 a 2011. O efeito significativo da interação genótipos x anos indicou que existem clones que apresentaram desempenho não consistente ao longo do tempo. Os métodos de LIN & BINNS (1988) e ANNICCHIARICO (1992) apresentaram resultados similares, de modo que um deles pode ser utilizado em substituição ao outro. O método de EBERHART & RUSSEL (1966) identificou parte dos clones de adaptação específica, enquanto que os métodos, MHPRVG e centroide permitiram caracterizar os clones de maior adaptabilidade e estabilidade, apresentando resultados complementares. A seleção de plantas baseada na distribuição da produtividade de café beneficiado ao longo do tempo permitiu selecionar clones de desempenho superior sem acentuar a bienalidade.

Palavras-chave: interação clones x safras, bienalidade, melhoramento de plantas.

ABSTRACT

This research aimed to compare methods of selecting *Coffea canephora* clones, considering the genotypes x years interaction, based on data of processed coffee yield obtained from 2000 to 2004 and 2007 to 2011. The significant clones x seasons (CS) interaction, indicates that the genotypes showed no consistent performance over the years. The LIN & BINNS (1988) and ANNICCHIARICO (1992) methods showed similar results indicating that one method may be used to replace the other. The EBERHART & RUSSEL (1966) identified some of the specific adaptability clones. The MHPRVG and

centroid methods allowed to select clones of higher adaptability and stability. The plant selection based on the distribution of coffee productivity over time allowed the selection of superior clones without accentuate biannuality.

Key words: clones x seasons interaction, biennial cycle, plant breeding.

INTRODUÇÃO

O *Coffea canephora* Pierre ex Froehner é uma espécie cujo cultivo apresenta relevância econômica e social, que se destaca como uma importante fonte de renda para agricultores de diversas regiões, incluindo a região Norte do país (VENEZIANO & FAZUOLI, 2000; MARCOLAN et al., 2009). Cultivado nos Estados do Espírito Santo, Rondônia e mais recentemente no sul da Bahia, é crescente a demanda por novas cultivares de adaptação específica aos respectivos locais de cultivo (BRAGANÇA et al., 2001; FERRÃO et al., 2008).

No melhoramento de espécies perenes de produção anual, a estabilidade produtiva ao longo do tempo é tão importante quanto à estabilidade entre locais (RESENDE, 2007; FERRÃO et al., 2008). A distribuição temporal da produtividade ao longo dos anos deve ser considerada como uma das características mais importantes para a seleção, uma vez que o cafeeiro pode apresentar maior produtividade acumulada porque teve maior

¹Embrapa Rondônia, BR 364, Km 5,5, Zona Rural, CP 127, 76815-800, Porto Velho, RO, Brasil. E-mail: rodrigo.rocha@embrapa.br.

^{*}Autor para correspondência.

^{II}Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, Brasil.

^{III}Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, Brasil.

rendimento nas primeiras colheitas ou porque apresentou maior estabilidade produtiva ao longo do tempo (CILAS et al., 2011).

A alternância bienal da produtividade de grãos é uma característica fisiológica do cafeeiro, que necessita vegetar em um ano para produzir no ano seguinte (RENA & MAESTRI, 1987). Segundo BARROS et al., (1999) e PICINI et al., (1999), a bienalidade da produção deve-se à relação fonte-dreno entre folhas e frutos, resultado do maior direcionamento de fotoassimilados para os frutos nos anos de alta produção. Essa oscilação bienal é uma das causas mais importantes para a ocorrência dos efeitos significativos da interação genótipos x anos, que também pode ser estudada no contexto de interação clones x safras (LEROY et al., 1994).

A interação clones x safras mensura o comportamento diferencial dos genótipos ao longo dos anos, resultado da diferença no ordenamento dos clones de maior produtividade ao longo do tempo (RESENDE, 2007). Devido às peculiaridades do sistema reprodutivo das plantas e as diferentes pressuposições dos métodos de análise, não existe uma estratégia de seleção que seja aplicável a todas as espécies vegetais cultivadas (CRUZ et al., 2004). Neste cenário, a seleção de genótipos superiores deve considerar a utilização de métodos complementares para interpretar o efeito da interação clones x safras.

Entre os métodos que podem ser utilizados para quantificação da estabilidade produtiva, destacam-se: métodos baseados em regressão linear (EBERHART & RUSSEL, 1966), estatísticas não-paramétricas (LIN & BINNS, 1988; ANNICCHIARICO, 1992) e em estatísticas multivariadas (ROCHA et al., 2005). Mais recentemente, a média harmônica da performance relativa dos valores genéticos preditos foi proposta por Resende, 2007, como critério para seleção de plantas de maior estabilidade e adaptabilidade produtiva.

Devido à importância da interação clones x safras no melhoramento de *C. canephora*, este trabalho teve como objetivo comparar a resposta de métodos de análise da adaptabilidade e da estabilidade na seleção de plantas de maior potencial produtivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Estimação do efeito da interação clones x safras (C x S) e dos valores genéticos

Na Embrapa Rondônia, as atividades de melhoramento genético de *C. canephora* se iniciaram

na década de 80, quando após monitoramento de 700 plantas localizadas em lavouras comerciais, foram selecionados 148 acessos para compor um teste preliminar de seleção clonal. Este experimento foi instalado no município de Ouro Preto do Oeste (RO) em dezembro de 1998 (10°43'57,5''S e 62°15'24''W). O clima da região é do tipo Aw (classificação Köppen), definido como tropical úmido, com estação chuvosa (outubro a maio) no verão e seca bem definida no inverno. A amplitude térmica 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 1.939mm, com umidade relativa média do ar de 81%.

Esse teste preliminar de competição clonal foi instalado em delineamento de blocos casualizados com cinco repetições, duas plantas por parcela e espaçamento de 3x2m. A produtividade de café beneficiado (grãos descascados com teor de 12% de umidade) foi avaliada durante quatro safras, de 2000 a 2004. Baseado nessas avaliações foram selecionados 15 clones para instalação de um teste clonal ampliado, em outubro de 2005, utilizando delineamento de blocos casualizados com seis repetições, parcela de 10 plantas e espaçamento de 3x2m. A produtividade de café beneficiado foi avaliada durante quatro safras de 2007 a 2011. O manejo e tratos culturais foram realizados de acordo com o sistema de produção para o Estado de Rondônia (MARCOLAN et al., 2009).

Para determinação da significância dos efeitos de clones, de safras e da interação clones x safras no teste preliminar de competição clonal, foi utilizado o modelo (CRUZ et al., 2004): $Y_{ijk} = \mu + C_i + B_k + S_j + CS_{ij} + \varepsilon_{ijk}$, em que: Y_{ijk} = observação do i-ésimo clone no k-ésimo bloco na j-ésima safra; μ = média geral; C_i = efeito do i-ésimo clone; B_k = efeito do k-ésimo bloco; S_j = efeito da j-ésima safra; CS_{ij} = efeito da interação clones x safras ε_{ijk} = erro aleatório ($\varepsilon_{ijk} \sim NID(0, \sigma^2)$). Os valores genotípicos da produção de café beneficiado foram estimados utilizando o procedimento REML/BLUP (Máxima Verossimilhança Restrita/Melhor Predição Linear não-viesada) (RESENDE, 2007).

Metodologia de seleção para adaptabilidade e estabilidade

1-EBERHART & RUSSEL (1966): fundamentado em regressão linear, baseia-se na interpretação das estimativas do coeficiente angular da regressão (b_j) e dos desvios em relação à média (S^2_{dt}) para selecionar os genótipos, utilizando o modelo:

$Y_j = m_i + b_i I_j + d_j + \bar{e}_j$, em que Y_j é a média observada

do i-ésimo clone na j-ésima safra; m_i é a média geral do i-ésimo clone; b_i é o coeficiente de regressão do i-ésimo clone; I_j é o j-ésimo índice ambiental; d_{ij} é o desvio da regressão do i-ésimo clone na j-ésima safra; \bar{e}_j é o erro médio associado à média.

2- LIN & BINNS (1988): metodologia não paramétrica que se baseia na interpretação da estimativa de P_i como a distância quadrática média entre o i-ésimo clone e o genótipo com máxima resposta na j-ésima safra de acordo com a expressão: $P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2}{2n}$, em que: P_i é a estimativa de adaptabilidade e estabilidade do i-ésimo clone, X_{ij} é a produtividade do i-ésimo clone na j-ésima safra, M_j é a resposta máxima observada na j-ésima safra, n é o número de safras.

3-ANNICCHIARICO (1992): metodologia não paramétrica que se fundamenta na interpretação do índice de confiança I_i dado por: $I_i = \bar{Y}_i - Z_{(1-\alpha)} S_i$ em que: I_i é o índice de confiança; \bar{Y}_i é a média geral do genótipo i expressa em porcentagem; Z é o percentil $(1 - \alpha)$ da função de distribuição normal acumulada; α é o nível de significância; S_i é o desvio-padrão dos valores percentuais.

4-MHPRVG (RESENDE, 2007): fundamenta-se na avaliação da média harmônica da performance relativa dos valores genéticos estimados pela metodologia de modelos mistos. Essa estratégia utiliza as propriedades da média harmônica para selecionar os genótipos de melhor desempenho e menor variação entre as colheitas: $\bar{X}_H = n / \sum_{i=1}^n \frac{1}{PRVG_i}$, em que: n é o número de anos; PRVG refere-se aos valores genéticos expressos em função da média geral. As análises foram realizadas com o emprego do aplicativo computacional SELEGEN.

5-Centroide (ROCHA et al., 2005): metodologia que utiliza técnica multivariada para obter um número reduzido de variáveis abstratas e independentes, que permite comparar, no plano, o desempenho de todos os clones em relação a quatro referências ideais (ideótipos). A referência de máxima adaptabilidade geral é aquela que apresenta valores máximos observados em todas as safras (ideótipo I). As referências de máxima adaptabilidade específica são aquelas que: apresentam máxima resposta em safras de alta produtividade e mínima resposta em safras de baixa produtividade (ideótipo II), e mínima resposta em safras de alta e máxima resposta em safras de baixa produtividade (ideótipo III). A referência de mínima adaptabilidade é aquela que apresenta os menores valores observados em todas as safras (ideótipo IV). Nesse método, os clones são classificados de acordo com sua proximidade a cada

um dos centroides. Para a realização das análises foi utilizado o programa GENES (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na literatura, são encontrados poucos trabalhos de caracterização dos métodos de seleção mais adequados para explorar a interação clones x safras do cafeeiro *C. canephora* (RESENDE et al., 2001; CILAS et al., 2011). A análise de variância conjunta indicou que as fontes de variação: clones, safras e da interação clones x safras foram significativas pelo teste F a 1% de probabilidade (Tabela 1). A homogeneidade das variâncias foi verificada pelo teste de Bartlett, que não rejeitou a hipótese nula de igualdade entre as variâncias (Tabela 1). Os valores do coeficiente de variação são similares aos valores obtidos por FERRÃO et al. (2008) e CILAS et al., (2011) e indicam satisfatória precisão experimental (Tabela 1).

O efeito significativo da interação clones x safras (CS) indica que os genótipos apresentaram desempenho não consistente ao longo do tempo. Essa interação dificulta o melhoramento de espécies perenes, pois resulta em uma diminuição dos ganhos com a seleção de plantas, resultado de mudanças nas diferenças absolutas da produtividade entre clones ou na ordem dos clones selecionados de um ano para o outro. Neste caso, o ganho de eficiência obtido com a utilização de estratégias mais adequadas de seleção é determinante para reduzir os custos de desenvolvimento de novas cultivares.

Os métodos de seleção permitem explorar os efeitos não aditivos da interação, contidos em $(c-1)(s-1)$ graus de liberdade (c = número de clones e s = número de safras), sendo que *a priori* tem-se o conhecimento de que as diferentes pressuposições de análise podem resultar em diferentes conjuntos de plantas selecionadas (CRUZ et al., 2004). Para comparar a resposta de cada um dos métodos, foi avaliada a classificação dos 15 clones de melhor produtividade acumulada ao longo do tempo. Observou-se que estes clones foram ordenados de diferentes maneiras, de acordo com o método de seleção (Tabela 2).

O método de LIN & BINNS (1988) mensura a diferença dos clones em relação a uma planta ideal, sendo os genótipos ordenados a partir das menores estimativas de P_i . Princípio similar é utilizado por ANNICCHIARICO (1992), que estima o índice de confiança de um genótipo apresentar desempenho abaixo ou acima das médias de anos. Observa-se que o ordenamento dado pelos métodos de LIN & BINNS (1988) e ANNICCHIARICO (1992)

Tabela 1- Resumo da análise de variância da produtividade de café beneficiado (kg.planta⁻¹), em teste preliminar de competição clonal de *C. canephora*, avaliado em quatros anos-safra (2000 a 2004) no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia.

FV	GL	SQ	QM	F
BLOCOS	5	31,52	6.30	
CLONES (C)	147	1191,64	8.11	14,26**
ANOS (A)	3	603,92	201.31	86,16 **
CLONES x ANOS (CxA)	441	1030,36	2.34	4,11**
RESÍDUO	2956	1680,30	0.57	
TOTAL	3552	4537,74		
Média	2,30	-	-	-
CV(%)	32,76	-	-	-
Bartlett	1,20 ^{ns}	-	-	-
Acurácia seletiva	0,96	-	-	-

FV: Fonte de variação. GL: grau de liberdade, SQ: soma de quadrados, QM:quadrado médio, F: teste F, **: significativo a 1% de probabilidade, ^{ns}: não significativo, CV(%): coeficiente de variação, Bartlett: Teste de homogeneidade de variâncias.

foram muito semelhantes e que ambos apresentaram alta coincidência com a seleção pela produtividade acumulada ($\sum_{i=1}^4 VG_i$) (Tabela 2). Entre os 15 clones de maior produtividade acumulada, o clone 10 não foi selecionado por esses métodos.

O método de EBERHART & RUSSEL (1996) indicou a seleção de um conjunto diferente

de clones (Tabelas 2 e 3). A seleção por EBERHART & RUSSEL (1996) se fundamenta no coeficiente de inclinação da reta como uma medida de adaptabilidade e nos desvios da regressão como medida de estabilidade. Este método indicou que os clones 3 e 9 apresentam adaptação específica aos anos de alta produção e o clone 10 apresenta adaptação

Tabela 2 - Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade das metodologias de MHPRVG, ANNICCHIRIACO, LIN & BINNS e EBERHART & RUSSEL dos 15 clones de melhor desempenho na média de quatro safras da produtividade de café beneficiado (período de 2000 a 2004).

Clone	VG ₀₁	VG ₀₂	VG ₀₃	VG ₀₄	$\sum_{i=1}^4 VG_i$	MHPRVG	Annicchiriaco	Lin&Binns	-----Eberhart & Russel-----	
						Posição	Posição	Posição	b ₁	R ²
1	3,1	6,3	5,6	4,4	19,4	1 ^o	1 ^o	1 ^o	1,05 ^{ns}	25,1
2	1,8	5,9	6,5	5,0	19,2	2 ^o	2 ^o	2 ^o	1,76*	31,2
3	0,9	6,6	5,5	4,3	17,3	28 ^o	4 ^o	4 ^o	1,53 ^{ns}	17,7
4	2,2	4,7	5,0	4,0	15,9	4 ^o	3 ^o	3 ^o	1,07 ^{ns}	33,5
5	2,6	4,1	4,9	3,8	15,4	3 ^o	5 ^o	5 ^o	1,04 ^{ns}	51,5
6	2,2	4,0	5,1	3,8	15,1	6 ^o	7 ^o	7 ^o	1,25 ^{ns}	52,1
7	3,1	3,5	4,5	3,5	14,6	5 ^o	6 ^o	6 ^o	0,8 ^{ns}	80,9
8	4,2	2,8	4,8	2,9	14,7	42 ^o	8 ^o	15 ^o	1,07 ^{ns}	51,8
9	2,6	4,5	4,6	2,5	14,2	9 ^o	11 ^o	7 ^o	1,19 ^{ns}	65,0
10	3,6	0,8	5,4	4,1	13,9	59 ^o	19 ^o	29 ^o	0,70*	17,0
11	2,8	3,9	4,3	2,9	13,9	10 ^o	10 ^o	9 ^o	0,98 ^{ns}	76,3
12	3,6	3,3	3,6	3,2	13,7	8 ^o	9 ^o	14 ^o	0,03*	1,9
13	3,0	4,4	3,5	2,7	13,6	11 ^o	12 ^o	13 ^o	0,45 ^{ns}	17,2
14	2,2	3,7	4,6	3,1	13,6	12 ^o	14 ^o	11 ^o	1,25 ^{ns}	70,3
15	2,3	4,0	4,3	2,9	13,5	13 ^o	15 ^o	10 ^o	1,11 ^{ns}	59,8

VG: valor genotípico da produção de café beneficiado (kg.planta⁻¹) somado à média geral, $\sum_{i=1}^4 VG_i$: produtividade acumulada, b₁: coeficiente angular da regressão da produtividade dos clones e o índice ambiental, R²: coeficiente de determinação da regressão, ^{ns}: não significativo, *: significativo a 5% de probabilidade.

específica aos anos de baixa produção (Tabela 2). O método MHPRVG foi o que apresentou a menor coincidência com a seleção pela maior produtividade acumulada, tendo penalizado os clones de menor estabilidade produtiva (Tabelas 2 e 3).

A redução na dimensionalidade do método centróide foi utilizada para comparar em uma única análise o desempenho de todos os clones em relação a todos os métodos (Figura 1). Nesse método, os clones são classificados de acordo com cada ideótipo, sendo que os clones pertencentes aos grupos dos ideótipos II e III são os que apresentam maior bienalidade. Considerando que os clones numerados de 1 a 15 são os de maior produtividade acumulada, observa-se que os clones 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14 e 15 foram selecionados pelos métodos de LIN & BINNS (1988), ANNICCHIARICO (1992) e MHPRVG. Os clones 3, 8, e 10 foram classificados nos grupos dos ideótipos II e III de maior bienalidade, sendo que somente os métodos centróide e MHPRVG deixaram de selecionar estes clones. O clone 10 também não foi selecionado por LIN & BINNS (1988) e ANNICCHIARICO (1992) (Figura 1).

A estabilidade produtiva, ao longo dos anos, é uma questão tão importante quanto a estabilidade entre locais, uma vez que a seleção dos cafeeiros, baseada na produtividade acumulada, pode ser enganosa por favorecer clones produtivos, mas que se exaurem acentuadamente de um ano para o outro. Os métodos centróide e

MHPRVG não selecionaram os clones de maior bienalidade (3, 8 e 10). A média harmônica, cuja estimativa pode ser apenas igual ou inferior à média aritmética, foi penalizada pelas diferenças nas produtividades entre anos, tendo permitido a identificação dos clones de maior adaptabilidade e estabilidade, agregando as vantagens dos modelos mistos para analisar dados com desbalanceamento e heterogeneidade de variâncias.

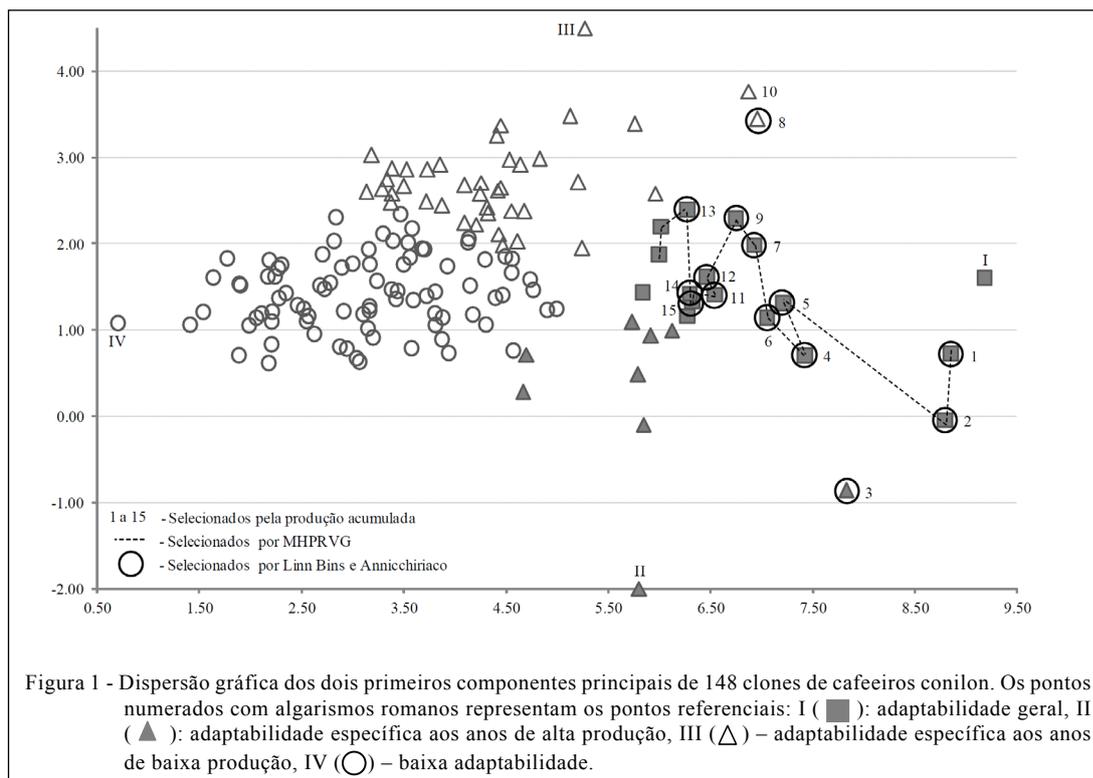
Por fazer parte da fisiologia do café, que precisa vegetar em um ano para produzir no ano seguinte, a bienalidade também apresenta forte influência ambiental, sendo afetada pelas práticas de manejo do cafezal e pelas características climáticas. A comparação dos clones selecionados com a população de melhoramento resultou em um diferencial de seleção na média de quatro anos de 2,42 kg.planta⁻¹ para 3,80 kg.planta⁻¹, sem alterar a distribuição da produtividade observada, na proporção com que cada colheita contribui para a produção acumulada (f_r) (Tabela 3).

As estimativas de correlação entre as produtividades anuais e a produção acumulada indicam que a terceira colheita apresentou maior potencial para identificar clones superiores (Tabela 3). No entanto, segundo MONTAGNON et al., (2003), a produtividade de café beneficiado em *C. canephora* não deve ser considerada uma característica estável. Assim, visando a caracterizar o progresso genético real obtido com o plantio dos clones selecionados, foram retiradas estacas das plantas selecionadas para compor um teste

Tabela 3 - Produtividade de café beneficiado (kg.planta⁻¹) comparando a média geral do experimento e as médias dos clones selecionados nos períodos de 2000 a 2004 e de 2007 a 2011.

Safr	-----População de melhoramento (2000-01 a 2003-04)-----					
	Média(anos)	Média(período)	f_r	F_r	r_{PAXPAC}	
2000-01	1,87		0,19	0,19	0,65	
2001-02	2,09	2,42	0,22	0,41	0,78	
2002-03	3,11		0,32	0,73	0,84	
2003-04	2,60		0,27	1,00	0,61	
		-----Clones selecionados (2000-01 a 2003-04)-----				
2000-01	2,68		0,18	0,18	0,79	
2001-02	4,16	3,80	0,27	0,45	0,49	
2002-03	4,81		0,32	0,77	0,69	
2003-04	3,56		0,23	1,00	0,68	
		-----Clones selecionados (2007-08 a 2010-11)-----				
2007-08	1,52		0,12	0,37	0,60	
2008-09	3,31	3,20	0,25	0,37	0,52	
2009-10	5,95		0,46	0,83	0,65	
2010-11	2,28		0,17	1,00	0,22	

f_r : frequência simples relativa, F_r : frequência absoluta relativa, r_{PAXPAC} : correlação entre a produção anual e a produção acumulada.



clonal ampliado em condições de lavouras comerciais. Diferenças na produtividade de café beneficiado são esperadas de um experimento para o outro, uma vez que a expressão dessa característica é influenciada por fatores ambientais, tais como fertilidade do solo, práticas de manejo, condições edafoclimáticas e incidência de pragas e doenças. Observou-se que os clones selecionados mantiveram sua produtividade superior ($3,20 \text{ kg.planta}^{-1}$) (Tabela 3).

Especificamente, observou-se que, devido ao plantio no começo da época das chuvas, a primeira colheita do teste clonal ampliado foi obtida mais precocemente e que, devido a condições edafoclimáticas favoráveis, a média da 3ª colheita foi de $5,95 \text{ kg.planta}^{-1}$, resultando em uma maior oscilação de produtividade do que aquela observada no teste preliminar de competição clonal, conduzido de 2000-01 a 2003-04. Neste estudo, observou-se variabilidade da distribuição da produtividade de café beneficiado ao longo do tempo, sendo possível selecionar clones que associem uma maior média a uma menor oscilação anual.

CONCLUSÃO

Os métodos de seleção ordenaram de maneira diferente os 15 clones de maior produtividade

acumulada de grãos beneficiados. Os métodos de LIN & BINNS e ANNICCHIARICO apresentaram resultados semelhantes, de modo que um deles pode ser utilizado em substituição ao outro. Os métodos MHPRVG e centroide permitiram caracterizar os clones de maior produtividade acumulada e estabilidade produtiva ao longo do tempo.

AGRADECIMENTOS

Ao Consórcio Pesquisa Café e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro recebido e a todos os funcionários do campo experimental de Ouro Preto do Oeste pela dedicação ao trabalho em todos esses anos.

REFERÊNCIAS

- ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. *Journal of Genetics and Plant Breeding*, v.46, p.269-278, 1992. Disponível em: <<http://escijournals.net>>. Acesso em: 08 abr. 2013.
- BARROS, R.S. et al. Physiology of growth and production of the coffee tree – a review. *Journal of Coffee Research*, v.27, p.1-54, 1999. Disponível em: <<http://www.connectjournals.com>>. Acesso em: 08 abr. 2013.

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. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 08 abr. 2013.
- CILAS, C. et al. Yield stability in clones of *Coffea canephora* in the short and medium term: longitudinal data analyses and measures of stability over time. **Tree Genetics & Genomes**, v.7, n.2, p.421-429, 2011. Disponível em: <<http://www.springer.com>>. Acesso em: 08 abr. 2013.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes**: biometria. Viçosa: UFV, 2006. 382p.
- CRUZ, C.D. et al. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2004. V.1. 480p.
- EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, p.36-40, 1966. Disponível em: <<https://www.crops.org>>. Acesso em: 08 abr. 2013.
- FERRÃO, R.G. et al. Genetic parameters in Conilon coffee. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.1, p.61-69, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 08 abr. 2013.
- LEROY, T. et al. Reciprocal recurrent selection applied to *Coffea Canephora* Pierre .2. Estimation of genetic-parameters. **Euphytica**, v.74, n.1-2, p.121-128, 1994. Disponível em: <<http://www.springer.com>>. Acesso em: 08 abr. 2013.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, p.193-198, 1988. Disponível em: <<http://pubs.aic.ca>>. Acesso em: 08 abr. 2013.
- MARCOLAN, A.L. et al. **Cultivo dos cafeeiros conilon e robusta para Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2009. 61p. (Sistema de Produção, 33 Embrapa Rondônia).
- MONTAGNON, C. et al. Heritability of *Coffea canephora* yield estimated from several mating designs. **Euphytica**, v.133, n.2, p.209-218, 2003. Disponível em: <<http://www.springer.com>>. Acesso em: 08 abr. 2013.
- PICINI, A.G. et al. Desenvolvimento e teste de modelos agrometeorológicos para a estimativa de produtividade do cafeeiro. **Bragantia**, v.58, n.1, p.157-170, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 08 abr. 2013.
- RENA, A.B.; MAESTRI, M. Ecofisiologia do cafeeiro. In: CASTRO, P.R.C. (Eds.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. p.119-147.
- RESENDE, M.D.V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 561p.
- RESENDE, M.D.V. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia**, v.60, n.3, p.185-193, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 08 abr. 2013.
- ROCHA, R.B. et al. Utilização do método centróide para estudo da estabilidade e adaptabilidade ao ambiente. **Ciência Florestal**, v.15, p.255-266, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 08 abr. 2013.
- VENEZIANO, W.; FAZUOLI, L.C. Avaliação de cultivares de cafeeiros robusta (*Coffea canephora*) em Rondônia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Brasília: Embrapa Café/ Minasplan, 2000. p.459-461.