

Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de café arábica em Minas Gerais

Cesar Elias Botelho⁽¹⁾, Juliana Costa de Rezende⁽¹⁾, Gladyston Rodrigues Carvalho⁽¹⁾, Alex Mendonça de Carvalho⁽²⁾, Vinicius Teixeira Andrade⁽³⁾ e Cintia Reis Barbosa⁽²⁾

⁽¹⁾Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Unidade Regional do Sul de Minas, Campus da Universidade Federal de Lavras (Ufla), s/nº, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: cesarbotelho@epamig.br, julianacosta@epamig.br, carvalho@epamig.ufla.br ⁽²⁾Ufla, Departamento de Agronomia, Caixa Postal 3.037, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: carvalho.am@hotmail.com, cynthia.reis87@gmail.com ⁽³⁾Ufla, Departamento de Biologia. E-mail: viniciusandrade84@yahoo.com.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e a estabilidade fenotípicas para a produtividade de cultivares de cafeeiro do grupo Catuaí, pela metodologia de Annicchiarico. Foram instalados e conduzidos experimentos em Três Pontas, Campos Altos e Capelinha, em Minas Gerais. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e seis plantas por parcela. Os tratamentos foram constituídos por 15 cultivares do grupo Catuaí e cinco testemunhas. As avaliações da produtividade foram realizadas em seis colheitas nas safras de 2003/2004 a 2008/2009. Posteriormente, foi realizada a análise conjunta dos três locais e a avaliação da adaptabilidade e da estabilidade das cultivares. Na safra 2008/2009, foi avaliado o percentual de frutos chochos e a percentagem de grãos em peneira alta. As cultivares Catuaí Vermelho IAC 15, Catuaí Amarelo IAC 30, Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Vermelho IAC 72 são mais promissoras, pois aliam maiores estabilidade e adaptabilidade em ambientes favoráveis e desfavoráveis com alta média de produtividade. As cultivares Catuaí Vermelho IAC 100, Catuaí Amarelo IAC 86, Rubi MG 1192 e Catuaí Vermelho IAC 144 têm o mais alto percentual de peneira alta. Todas as progênies têm baixo percentual de grãos chochos.

Termos para indexação: *Coffea arabica*, cultivar Catuaí, frutos chochos, peneira alta, produtividade.

Adaptability and phenotypic stability of Arabica coffee cultivars in Minas Gerais, Brazil

Abstract – The objective of this work was to evaluate the phenotypic adaptability and stability for grain yield of the Catuaí group of coffee cultivars by the method Annicchiarico. The experiments were installed and carried out in the counties of Três Pontas, Campos Altos and Capelinha, Minas Gerais state, Brazil. The experiments were carried out in a randomized complete block design, with four replicates and six plants per plot. The treatments were constituted by 15 cultivars of the Catuaí group and five controls. The grain yield evaluations were performed in the six harvests from 2003/2004 to 2008/2009 growing seasons. Then, the joint analysis of the three localities and the evaluation of cultivars adaptability and stability were performed. The parameters floating beans and high sieve grains were carried out considering the 2008/2009 harvest. The cultivars Catuaí Vermelho IAC 15, Catuaí Amarelo IAC 30, Catuaí Amarelo IAC 62 and Catuaí Vermelho IAC 72 were the most promising because they allied higher stability and adaptability in favorable and unfavorable environments with mean high yield. The cultivars Catuaí Vermelho IAC 100, Catuaí Amarelo IAC 86, Rubi MG 1192 and Catuaí Vermelho IAC 144 have the highest percentage of bean size grains. All the cultivars showed low percentage of floating grains.

Index terms: *Coffea arabica*, Catuaí cultivar, floating grains, high sieve grains, productivity.

Introdução

A cafeicultura brasileira tem experimentado melhorias decorrentes de pesquisas realizadas por várias instituições do país que se dedicam a esse fim, principalmente na área de melhoramento genético e

desenvolvimento de novas cultivares, adaptadas às diferentes condições de cultivo e com características agrônomicas superiores.

Entre as principais cultivares de café arábica (*Coffea arabica* L.), as do grupo 'Catuaí' têm se destacado pela elevada adaptação a diversas regiões. Originam-se

do cruzamento artificial entre 'Caturra' e 'Mundo Novo', iniciado em 1949 no Instituto Agronômico de Campinas (IAC), com o objetivo de reunir as características de produtividade e rusticidade do 'Mundo Novo' com o porte reduzido de 'Caturra'. As cultivares oriundas desse cruzamento têm frutos de coloração amarela ou vermelha e maturação média, susceptibilidade à ferrugem e elevada adaptação a condições com e sem irrigação (Carvalho et al., 2008a).

Contudo, no Brasil, as regiões cafeeiras são bem distintas, cada uma com características ambientais definidas, que influenciam o comportamento das cultivares desenvolvidas. A resposta diferenciada de materiais genéticos a diferentes ambientes evidencia o que se conhece como interação genótipo-ambiente, o que indica que o comportamento dos genótipos é influenciado pelas condições ambientais (Cucolotto et al., 2007). Assim, um indivíduo que tenha comportamento superior, em um dado ambiente, pode não apresentar comportamento satisfatório quando sujeito a outras condições, e pode gerar prejuízos na atividade à qual está inserido.

Os componentes ambientais que influenciam essa interação genótipo-ambiente podem ser classificados em previsíveis, como manejo, práticas agronômicas e tipo de solo, e não previsíveis como oscilações de temperatura, ocorrência de pragas e doenças e intempéries climáticas (Vencovsky & Barriga, 1992). Uma das maneiras mais utilizadas para minimizar o efeito dessa interação seria a realização de experimentos em locais contrastantes, com materiais genéticos promissores, para identificar os que apresentam ampla estabilidade e adaptabilidade (Yan et al., 2000; Cargnin et al., 2006). Essa opção identifica indivíduos de comportamento previsível e responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas.

Na cultura do café, são inúmeras as metodologias usadas para esse fim. Wamatu et al. (2003) evidenciaram a necessidade de se testar progênies, em várias localidades, para caracterização exata de seu desempenho, e classificaram, pelo uso de biplots do método AMMI, 21 clones de *C. arabica* avaliados em diferentes grupos de similaridade, baseados em seu desempenho e estabilidade fenotípica. Nascimento et al. (2010) avaliaram uma metodologia de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de café, baseada em regressão não paramétrica, e demonstraram que ela é adequada e eficiente, pois

extingue os efeitos impróprios induzidos pela presença de pontos extremos e evita a recomendação incorreta de genótipos quanto à adaptabilidade. Corrêa et al. (2006) avaliaram a adaptabilidade e estabilidade de progênies de cafeeiro, pelas metodologias Lin & Binns (1988) e Annicchiarico (1992), e encontraram coerência de resultados.

O método não paramétrico de Annicchiarico (1992), estima a probabilidade de um genótipo apresentar desempenho superior ao de outros (Vasconcelos et al., 2010) e é indicado por Silva et al. (2008) por combinar adaptação, adaptabilidade e conceitos de estabilidade em somente um parâmetro, o que facilita a interpretação de resultados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar cultivares do grupo Catuaí, em relação à adaptabilidade e estabilidade fenotípica da produtividade, pelo método de Annicchiarico (1992), para identificar os genótipos de melhor comportamento frente às variações ambientais, nas regiões produtoras do Estado de Minas Gerais.

Material e Métodos

Os experimentos foram instalados em novembro de 2000, na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), no Município de Três Pontas, na Fazenda Ouro Verde, em Campos Altos e na Fazenda Resplendor, em Capelinha. Esses locais representavam o Sul de Minas, Alto Paranaíba e Vale do Jequitinhonha, respectivamente, que são as principais regiões cafeeiras do Estado (Tabela 1).

Os experimentos foram instalados com 20 tratamentos, compostos do grupo Catuaí e cinco testemunhas: sete cultivares de Catuaí Amarelo (IAC 17, IAC 30, IAC 47, IAC 62, IAC 79, IAC 86, IAC 91), oito cultivares de Catuaí Vermelho (IAC 15, IAC 44, IAC 51, IAC 72, IAC 81, IAC 99, IAC 100, IAC 144) e cinco cultivares testemunhas (Topázio MG 1190, Rubi MG 1192, IAPAR 59, Mundo Novo IAC 502-9 e Acaia Cerrado MG 1474). Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, seis plantas por parcela, em que cada parcela foi representada pelas cultivares avaliadas.

O espaçamento adotado foi de 3,5x0,50 m, e a implantação e a condução dos experimentos foram feitas de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro, usualmente empregadas na cultura para cada região (Reis & Cunha, 2010),

em que os tratos fitossanitários foram realizados acompanhando-se a sazonalidade da ocorrência das pragas e doenças.

As avaliações de produção foram efetuadas em seis colheitas consecutivas, nas safras 2003/2004 e 2004/2005 (biênio 1), 2005/2006 e 2006/2007 (biênio 2) e 2007/2008 e 2008/2009 (biênio 3). As parcelas foram colhidas, e a produção de litros de "café da roça" por parcela foi avaliada, anualmente, com a colheita realizada entre maio e julho de cada ano. Posteriormente, realizou-se 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 480 L de "café da roça" para cada saca de 60 kg de café beneficiado, que corresponde ao rendimento médio adotado em todas as regiões (Carvalho et al., 2009).

A análise de variância conjunta foi realizada nos três locais e subdividida no tempo, e o conjunto de duas colheitas (biênio) foi considerado a subparcela. A combinação das colheitas em biênios melhora a precisão experimental, por reduzir os efeitos da bienalidade da produção (Bonomo et al., 2004; Botelho et al., 2010). A análise foi realizada após a constatação da homogeneidade das variâncias, por meio do teste de Hartley. Posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Utilizou-se o aplicativo computacional Sisvar (Ferreira, 2008).

As análises de estabilidade e adaptabilidade foram realizadas, tendo-se considerado como ambientes as combinações de biênios com locais. Foi utilizada a metodologia proposta por Annicchiarico (1992), que propõe a adoção de um índice de confiança que estima o risco da adoção de determinado genótipo.

Os procedimentos para os cálculos pelo método proposto dão-se, inicialmente, com a transformação das médias de produtividade de cada cultivar em cada ambiente, em percentagem da média do ambiente. Posteriormente, estima-se a média $Y_{i(GFD)}$ e o desvio-padrão ($S_{i(GFD)}$) das percentagens de cada cultivar para os ambientes de maneira geral (G), favoráveis (F) e desfavoráveis (D).

Em seguida obtêm-se os índices de confiança $I_{i(GFD)}$ geral (G), favoráveis (F) e desfavoráveis (D) para cada cultivar por meio do seguinte estimador:

$$I_i = Y_i - Z(1 - \alpha)S_i,$$

em que: I_i é o índice de confiança (%); Y_i é a média da cultivar i em percentagem; Z é o valor na distribuição normal estandardizada, em que a função de distribuição acumulada atinge o valor percentual $(1 - \alpha)$; e S_i é o desvio-padrão dos valores percentuais. Quanto maior esse índice, menor o risco de adoção da cultivar. Foi utilizado o aplicativo computacional Genes (Cruz, 2006).

As avaliações de frutos chochos foram realizadas durante a colheita de 2009, e as de peneira durante as colheitas de 2008 e 2009, ambas no Município de Três Pontas. A percentagem de frutos chochos foi realizada pela metodologia proposta por Antunes Filho & Carvalho (1954), pela qual se colocam 100 frutos cereja em água, e são contabilizados como chochos aqueles que permanecem na superfície. A classificação do tamanho dos grãos foi realizada com amostras de 300 g de café beneficiado, avaliadas em peneiras intercaladas (Brasil, 2003). A percentagem de grãos chatos é resultante do somatório das peneiras 17 e acima de 17 (peneira alta).

Tabela 1. Descrição das características de clima e solo dos três municípios de avaliação do trabalho.

Característica	Três Pontas	Campos Altos	Capelinha
Tipo de solo	Latossolo Vermelho distrófico	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico	Latossolo Vermelho-Amarelo húmico
Textura	Argilosa	Argilosa	Argilosa
Relevo	Ondulado	Plano	Ondulado
Altitude	900 m	1.230 m	820 m
Latitude	21°00'22"S	19°41'47"S	21°40'S
Longitude	45°30'45"W	46°10'17"W	45°55'00"W
Temperatura média anual	20,1°C	17,6°C	21,3°C
Precipitação média anual	1.670 mm	1.830 mm	1.450 mm

Resultados e Discussão

Houve efeito estatisticamente significativo de produtividade de grãos para cultivares, locais, biênios e para as interações cultivares x locais, locais x biênios, cultivares x biênios, cultivares x locais x biênios (Tabela 2). A significância da interação mostra que o comportamento das cultivares não é coincidente nos ambientes avaliados. Ao se analisar cada local, observa-se que houve a formação de três grupos no Município de Três Pontas, com destaque para a cultivar Catuaí Vermelho IAC 72, com produtividade de 41,1 sacas ha⁻¹, que superou todas as testemunhas (Tabela 3). Esses dados corroboram os de Melo et al. (2006) e de Andrade et al. (2007), que observaram que essa cultivar se destacou quanto à produtividade das cultivares de Catuaí, em Uberlândia, MG.

Em Campos Altos houve a formação de três grupos, dois deles com alto potencial produtivo. No grupo superior, composto por 11 cultivares mais as testemunhas Mundo Novo IAC 502-9 e Acaíá Cerrado MG 1494, a produtividade variou entre 40,55 e 47,67 sacas ha⁻¹. No entanto, em Capelinha, houve a formação de quatro grupos distintos, dos quais o mais produtivo foi formado pelas cultivares Catuaí Vermelho IAC 15 e IAC 99 e Catuaí Amarelo IAC 30 e IAC 62, com produtividade entre 42,09 e 47,81 sacas ha⁻¹.

Observa-se que, de maneira geral, em todos locais estudados, as cultivares tiveram boa produtividade. Em Três Pontas, nota-se uma superioridade de pelo menos 21,6% da produtividade do 'Catuaí Vermelho

IAC 72', em relação à testemunha de melhor desempenho, Iapar 59. Em Capelinha, a 'Catuaí Vermelho IAC 15' teve produtividade 26,8% maior que a cultivar Rubi MG 1192, testemunha de maior produtividade, o que evidencia que neste local houve o maior desempenho produtivo em comparação às testemunhas. Assim, Carvalho et al. (2006), ao avaliar a produtividade de progênies de Catuaí nesses mesmos locais, observaram grande potencial produtivo, embora algumas cultivares tenham-se sobressaído na região de Campos Altos, o que indica a interação genótipo-ambiente.

O potencial produtivo dessas cultivares também foi relatado por outros autores. Dias et al. (2005), avaliaram a produtividade de cultivares de *C. arabica*, selecionadas em Minas Gerais, e obtiveram destaque para a cultivar Catuaí Vermelho IAC 99. No Estado de São Paulo, Martins et al. (1992), analisaram progênies de Catuaí, Caturra e Mundo Novo, em Pindorama, e verificaram que o grupo de progênies de Catuaí Amarelo foi 32,8% mais produtivo que o Mundo Novo. Segundo Verma et al. (1978), um genótipo ideal é aquele que apresenta alta produtividade, associada à alta estabilidade em ambientes desfavoráveis, e é capaz de responder satisfatoriamente a ambientes favoráveis. A identificação desses genótipos é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento (Gomes et al., 2007). Na média geral das seis colheitas, as cultivares que tiveram maior produtividade foram: Catuaí Vermelho IAC 15, IAC 72, IAC 99 e Catuaí Amarelo IAC 62, IAC 30, com produtividade entre 38,67 e 41,13 sacas ha⁻¹ (Tabela 3).

Houve efeito significativo para a classificação de peneira 17 e acima de 17 (percentagem de peneira alta) (Tabela 4). Nota-se a formação de dois grupos, em que apenas as cultivares Catuaí Vermelho IAC 100, Catuaí Amarelo IAC 86, Rubi MG 1192 e Catuaí Vermelho IAC 144 apresentaram superioridade sobre as demais (Tabela 3). A classificação por peneiras é indicada por ser uma característica relacionada aos padrões de qualidade do produto. Giomo et al. (2004) avaliaram os efeitos do beneficiamento, em máquina de ventiladores, peneiras e mesa densimétrica, sobre a qualidade de sementes de café Catuaí Amarelo, e verificaram que as sementes pequenas, retidas na peneira 13/64 polegadas, e as sementes de baixa densidade, oriundas da descarga inferior da mesa densimétrica, eram de qualidade fisiológica inferior à das sementes graúdas e pesadas. Assim também, Giomo et al. (2008) verificaram que

Tabela 2. Análise de variância de produtividade de 20 cultivares de café arábica cultivados em Minas Gerais.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Bloco/locais (B)	9	50,3362
Progênie (P)	19	469,8581**
Locais (L)	2	9.380,1025**
P x L	38	358,0565**
Erro a	171	71,8780
Biênio (Bi)	2	27.138,0875**
L x Bi	4	808,3418**
Erro b	18	448,5644
P x Bi	38	110,5528**
P x L x Bi	76	84,3309**
Erro c	342	55,1892
Média		34,66
CV (%)		21,43

** Significativo a 1% pelo teste F.

as sementes da cultivar Catuaí Amarelo IAC 62, de maior tamanho ou maior densidade, são de qualidade fisiológica superior à das sementes de menor tamanho ou menor densidade.

Na análise da porcentagem de frutos chochos, observou-se baixa ocorrência de "lojas vazias", com uma amplitude de variação de 2,0% a 9,5%. Não foram detectadas diferenças significativas entre as cultivares (Tabela 4). Segundo Carvalho et al. (2006), percentual acima de 90% de frutos bem granados é considerado satisfatório pelos melhoristas, durante a avaliação e seleção de cafeeiros em programa de melhoramento, visto que grande parte das cultivares comerciais apresentam este percentual. No presente trabalho, todas as cultivares tiveram baixo percentual de frutos chochos, e o menor valor para essa característica foi apresentado pela 'Catuaí Amarelo IAC 17' com percentual de frutos granados de 90,5%.

A divergência entre os grupos formados em cada local justifica o estudo da estabilidade e da adaptabilidade pela metodologia de Annicchiarico (1992). Os ambientes constituídos das combinações

de Três Pontas – biênio 3, Campos Altos – biênios 2 e 3 e Capelinha – biênios 2 e 3, obtiveram maiores médias e foram classificados como favoráveis (Tabela 5).

Algumas cultivares se destacaram com valores do índice de confiança (I_i) geral acima de 100, e são as mais indicadas para cultivo, com destaque para a Catuaí Vermelho IAC 15, seguida das cultivares Catuaí Amarelo IAC 17, Catuaí Amarelo IAC 30, Catuaí Amarelo IAC 47, Catuaí Amarelo IAC 62, Catuaí Vermelho IAC 72, Catuaí Amarelo IAC 86 e Catuaí Vermelho IAC 99 que obtiveram os valores de I_i de 112,04, 100,34, 108,36, 106,10 109,54, 107,77, 101,60 e 105,40, respectivamente (Tabela 6).

De acordo com a metodologia de Annicchiarico (1992), a cultivar de melhor comportamento no presente trabalho, Catuaí Vermelho IAC 15, será, com 75% de confiança, 12,04% mais produtiva do que a média do ambiente na condição mais adversa, e com os menores riscos de possuir comportamento abaixo da média do ambiente.

Tabela 3. Produtividade de grãos de 20 cultivares de café arábica, por local e conjunta, e tamanho de grãos medidos pela porcentagem de grãos retidos em peneira acima de 17⁽¹⁾.

Cultivar	Produtividade de grãos (sacas ha ⁻¹)			Média	Grãos retidos 17 ⁽²⁾ (%)
	Três Pontas	Campos Altos	Capelinha		
Catuaí Vermelho IAC 15	32,20b	43,37a	47,81a	41,13a	22,03b
Catuaí Amarelo IAC 17	31,83b	41,35a	33,25b	35,48b	27,91b
Catuaí Amarelo IAC 30	29,36b	42,27a	47,14a	39,59a	31,20b
Catuaí Vermelho IAC 44	25,33c	43,03a	28,39c	33,56c	27,65b
Catuaí Amarelo IAC 47	29,41b	43,45a	39,36b	37,41b	28,02b
Catuaí Vermelho IAC 51	24,15c	47,67a	34,60b	35,47b	31,13b
Catuaí Amarelo IAC 62	30,59b	43,73a	42,09a	38,80a	33,19b
Catuaí Vermelho IAC 72	41,10a	39,97b	34,94b	38,67a	27,68b
Catuaí Amarelo IAC 79	28,90b	33,85b	39,35c	30,70d	31,13b
Catuaí Vermelho IAC 81	21,34c	38,77b	34,66b	31,59d	28,82b
Catuaí Amarelo IAC 86	28,31b	43,29a	38,19b	35,59b	36,90a
Catuaí Amarelo IAC 91	23,90c	38,31b	28,61c	30,27d	30,04b
Catuaí Vermelho IAC 99	29,53b	41,26a	45,25a	38,68a	27,05b
Catuaí Vermelho IAC 100	26,12c	40,55a	37,43b	34,70c	35,01a
Catuaí Vermelho IAC 144	24,11c	46,84a	28,58c	33,18c	44,07a
IAPAR 59	32,19b	35,81b	26,25c	31,42d	25,78b
Rubi MG 1192	29,91b	37,60c	35,00b	34,17c	40,51a
Topázio MG 1190	34,11b	35,17b	30,04c	33,10c	22,30b
Mundo Novo IAC 502-9	20,09c	41,75a	23,23d	28,32d	27,86b
Acaíá Cerrado MG 1474	31,23b	41,10a	18,62d	30,32d	29,09b
Média	28,68	41,16	34,13	34,66	30,37

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾Safras 2007/2008 e 2008/2009, Três Pontas, MG.

Na análise da 'Catuaí Vermelho IAC 15' em relação a 'Mundo Novo IAC 502-9', que obteve o menor índice de confiança do ensaio (73,65%), nota-se que houve aumento na confiabilidade de 38,39%. Ou seja, ao comparar os desempenhos das duas cultivares nos ambientes mais desfavoráveis para cada uma, a Catuaí Vermelho IAC 15 produzirá 38,39% mais do que 'Mundo Novo IAC 502-9'.

As cultivares Catuaí Vermelho IAC 15, Catuaí Amarelo IAC 17, Catuaí Amarelo IAC 47, Catuaí Amarelo IAC 30, Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Vermelho IAC 72 tiveram índice de confiança

Tabela 4. Análise de variância do percentual de frutos chochos (QMF) e de grãos de peneira (QMP) acima de 17 nas safras 2007/2008 e 2008/2009, em Três Pontas, MG.

Fonte de variação	GL	QMF	QMP
Bloco/locais (B)	3	14,6216	87,7379
Progênie (P)	19	13,4936	119,6390*
Erro	57	14,6061	54,7793
Média		5,79	30,38
CV (%)		65,94	24,36

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

acima de 100, tanto em ambientes favoráveis como desfavoráveis e se mostraram adaptadas para as duas situações de cultivo. Essas cultivares, com exceção da Catuaí Amarelo IAC 47 e Catuaí Amarelo IAC 17, se mostraram promissoras porque além da maior

Tabela 5. Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de café, por ambiente e índice de qualidade ambiental (I_j) estimados pelo método de Annicchiarico (1992), em ensaios de competição de cultivares em três regiões de Minas Gerais.

Ambiente ⁽¹⁾	Média	I _j	Classe ⁽²⁾
Três Pontas (biênio 1)	20,18	-14,48	Desfavorável
Três Pontas (biênio 2)	27,12	-7,54	Desfavorável
Três Pontas (biênio 3)	38,76	4,10	Favorável
Campos Altos (biênio 1)	29,44	-5,22	Desfavorável
Campos Altos (biênio 2)	43,90	9,22	Favorável
Campos Altos (biênio 3)	50,14	15,47	Favorável
Capelinha (biênio 1)	19,79	-14,86	Desfavorável
Capelinha (biênio 2)	39,22	4,56	Favorável
Capelinha (biênio 3)	43,40	8,72	Favorável

⁽¹⁾Biênio 1, safras 2003/2004 e 2004/2005; biênio 2, safras 2005/2006 e 2006/2007; biênio 3, safras 2007/2008 e 2008/2009. ⁽²⁾Classes: valores do índice ambiental (I_j), superiores ou iguais a zero, indicam ambientes favoráveis, e negativos indicam ambientes desfavoráveis.

Tabela 6. Estimativa do índice de confiança (I_i), segundo o método proposto por Aninichiarico (1992), para a característica produtividade média de grãos de café beneficiado (sacas de 60 kg ha⁻¹), em três classes de ambiente⁽¹⁾.

Cultivar	Y _i (%)			S _i			I _i (%)		
	AG	AF	AD	AG	AF	AD	AG	AF	AD
Catuaí Vermelho IAC 15	41,12	52,36	27,08	23,74	27,94	19,89	112,04	115,10	107,85
Catuaí Amarelo IAC 17	35,47	43,74	25,14	8,85	4,05	13,51	100,34	100,55	100,46
Catuaí Amarelo IAC 30	39,59	50,86	25,49	20,44	24,11	15,22	108,36	112,72	103,09
Catuaí Vermelho IAC 44	33,58	41,03	24,27	17,83	14,80	23,28	91,09	90,07	91,93
Catuaí Amarelo IAC 47	37,40	46,42	26,13	8,74	11,07	6,29	106,10	104,96	107,40
Catuaí Vermelho IAC 51	35,47	44,08	24,70	16,36	19,76	13,89	97,15	96,20	97,85
Catuaí Amarelo IAC 62	38,80	47,07	28,47	14,36	17,47	9,25	109,54	104,79	115,81
Catuaí Vermelho IAC 72	38,67	47,00	28,24	21,84	22,55	23,45	107,77	104,13	111,62
Catuaí Amarelo IAC 79	30,70	37,84	21,77	14,14	10,64	19,37	85,17	84,70	85,51
Catuaí Vermelho IAC 81	31,60	40,00	21,09	15,75	17,59	14,96	85,88	87,95	82,87
Catuaí Amarelo IAC 86	36,60	45,83	25,04	14,44	11,23	19,64	101,60	103,22	99,24
Catuaí Amarelo IAC 91	30,27	37,87	20,78	13,45	7,22	20,11	82,77	85,99	79,05
Catuaí Vermelho IAC 99	38,68	50,36	24,07	17,76	19,04	11,75	105,40	112,70	97,50
Catuaí Vermelho IAC 100	34,70	44,05	23,00	11,03	6,52	15,60	96,83	100,61	92,40
Catuaí Vermelho IAC 144	33,17	42,03	21,77	15,49	17,28	13,89	89,23	92,35	85,16
IAPAR 59	31,42	37,37	23,97	20,93	14,95	27,53	86,34	82,51	91,36
Rubi MG 1192	34,16	43,30	22,74	13,00	16,89	6,45	94,78	96,50	93,08
Topázio MG1190	33,10	38,02	26,94	22,07	19,27	18,63	93,97	83,70	108,72
Mundo Novo IAC 502-9	28,32	35,56	19,28	20,81	23,44	20,40	73,65	74,26	72,10
Acaia Cerrado MG 1474	30,31	36,45	22,64	27,69	32,20	24,81	79,31	74,53	84,53

⁽¹⁾Nível de significância adotado $\alpha = 0,25$. Y_i, média da progênie i em percentagem; S_i, desvio-padrão dos valores percentuais; I_i, índice de confiança (%). AG, ambiente geral; AF, ambiente favorável; e AD, ambiente desfavorável.

estabilidade nos ambientes, ficaram entre as mais produtivas na média dos ambientes, ou seja, aliam estabilidade com alta média de produtividade.

As cultivares Catuaí Amarelo IAC 86, Catuaí Vermelho IAC 99 e Catuaí Vermelho IAC 100 tiveram melhor desempenho em condições favoráveis. A cultivar Topázio MG 1190 mostrou-se ser adaptada para ambientes desfavoráveis (Tabela 6).

As diferenças na adaptabilidade e estabilidade podem ser atribuídas às variações edafoclimáticas dos locais e climáticas dos biênios, utilizados para a formação dos ambientes (Carvalho et al, 2008b; Botelho et al., 2010; Gichimu & Omondi, 2010).

Conclusões

1. As cultivares Catuaí Vermelho IAC 15, Catuaí Amarelo IAC 30, Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Vermelho IAC 72 são as mais promissoras nas regiões cafeeiras do Estado de Minas Gerais, pois aliam estabilidade e adaptabilidade à alta média de produtividade em ambiente favoráveis e desfavoráveis.

2. As cultivares Catuaí Vermelho IAC 100, Catuaí Amarelo IAC 86, Rubi MG 1192 e Catuaí Vermelho IAC 144 tem maiores percentuais de grãos de peneira alta.

3. Todas as progênies de café arábica testadas neste trabalho apresentam baixa percentagem de frutos chochos.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, pelo suporte financeiro.

Referências

- ANDRADE, A.C. de; MELO, B. de; PAULA, R.C. Avaliação de linhagens das cultivares de cafeeiro Catuaí Vermelho e Amarelo, em solos sob vegetação de Cerrado, do Município de Uberlândia, MG. **Horizonte Científico**, v.1, p.1-16, 2007.
- ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetic and Breeding**, v.46, p.269-278, 1992.
- ANTUNES FILHO, H.; CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro: ocorrência de lojas vazias em frutos de café Mundo Novo. **Bragantia**, v.13, p.165-179, 1954.
- BONOMO, P.; CRUZ, C.D.; VIANA, J.M.S.; PEREIRA, A.A.; OLIVEIRA, V.R. de.; CARNEIRO, P.C.S. Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos de descendentes do 'Híbrido de Timor' com as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí amarelo. **Bragantia**, v.63, p.207-219, 2004.
- BOTELHO, C.E.; MENDES, A.N.G.; CARVALHO, G.R.; BARTHOLO, G.F.; CARVALHO, S.P. Seleção de progênies F₄ de cafeeiros obtidas pelo cruzamento de 'Icatu' com 'Catimor'. **Revista Ceres**, v.57, p.274-281, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 8, de 11 de junho de 2003. Aprova o regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 13 jun. 2003. Seção 1, p.4.
- CARGNIN, A.; SOUZA, M.A. de; CARNEIRO, P.C.S.; SOFIATTI, V. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.987-993, 2006.
- CARVALHO, A.M. de; PEREIRA, A.A.; CARVALHO, G.R.; MENDES, A.N.G.; BOTELHO, C.E. Avaliação de progênies de cafeeiros obtidas do cruzamento entre 'Catuaí' e 'Híbrido de Timor'. **Scientia Agraria**, v.9, p.249-253, 2008b.
- CARVALHO, G.R.; BARTHOLO, G.F.; MENDES, A.N.G.; NOGUEIRA, Â.M.; MAGALHÃES M.M. Seleção de progênies oriundas do cruzamento entre 'Catuaí' e 'Mundo Novo' em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. **Bragantia**, v.65, p.583-590, 2006.
- CARVALHO, G.R.; BOTELHO, C.E.; BARTHOLO, G.F.; PEREIRA, A.A.; NOGUEIRA, A.M.; CARVALHO, A.M. de. Comportamento de progênies F₄ obtidas por cruzamentos de 'Icatu' com 'Catimor'. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.47-52, 2009.
- CARVALHO, G.R.; GUERREIRO FILHO, O.; PEREIRA, A.A.; ALMEIDA, S.R. de; MATIELO, J.B.; BARTHOLO, G.F.; SERA, T.; MOURA, W. de M.; MENDES, A.N.G.; REZENDE, J.C. de; FONSECA, A.F.A. da; FERRÃO, M.A.G.; FERRÃO, R.G.; NACIF, A. de. P.; SILVAROLLA, M.B. Cultivares de café arábica. In: CARVALHO, C.H.S. de. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008a. v.1, p.33-55.
- CORREA, L.V.T.; MENDES, A.N.G.; BARTHOLO, G.F. Comportamento de progênies de cafeeiro 'Icatu'. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.618-622, 2006.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382p.
- CUCOLOTTI, M.; PIPOLO, V.C.; GARBUGLIO, D.D.; FONSECA JUNIOR, N. da S.; DESTRO, D.; KAMIKOGA, M.K. Genotype x environment interaction in soybean: evaluation through three methodologies. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.7, p.270-277, 2007.
- DIAS, F.P.; SOUZA, C.A.S.; MENDES, A.N.G.; CARVALHO, S.P. de; RAZO, B.M.; BOTELHO, C.E. Caracterização de progênies do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) selecionadas em Minas Gerais: II - caracteres relacionados à produção. **Ceres**, v.52, p.85-100, 2005.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

- GICHIMU, B.M.; OMONDI, C.O. Early performance of five newly developed lines of Arabica Coffee under varying environment and spacing in Kenya. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v.1, p.32-39, 2010.
- GIOMO, G.S.; NAKAGAWA, J.; GALLO, P.B. Beneficiamento de sementes de café e efeitos na qualidade fisiológica. **Bragantia**, v.67, p.1011-1020, 2008.
- GIOMO, G.S.; RAZERA, L.F.; GALLO, P.B. Beneficiamento e qualidade de sementes de café arábica. **Bragantia**, v.63, p.291-297, 2004.
- GOMES, L. de R.; SANTOS, R.C. dos; FILHO, C.J. da A.; MELO FILHO, P. de A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de amendoim de porte ereto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.985-989, 2007.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. A method of analysing cultivars x location x year experiments: new stability parameter. **Theoretical and Applied Genetics**, v.76, p.425-430, 1988.
- MARTINS, A.L.M.; PEROSO, P.A.C.; FAZUOLI, L.C.; GONÇALVES, W. Avaliação de progênies de cafês 'Catuaí Amarelo' e 'Catuaí Vermelho' na região de Pindorama (SP). **Bragantia**, v.51, p.31-38, 1992.
- MELO, B. de; MARCUZZO, K.V.; TEODORO, R.E.F. Avaliação de linhagens de cafeeiro, cultivar Catuaí, em Uberlândia, MG. **Ceres**, v.53, p.614-618, 2006.
- NASCIMENTO, M.; FERREIRA, A.; FERRÃO, R.G.; CAMPANA, A.C.M.; BHERING, L.L.; CRUZ, C.D.; FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.F.A. da. Adaptabilidade e estabilidade via regressão não paramétrica em genótipos de café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.41-48, 2010.
- REIS, P.R.; CUNHA, R.L. da. **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. 896p.
- SILVA, F.L. da; SOARES, P.C.; CARGNIN, A.; SOUZA, M.A. de; SOARES, A.A.; CORNÉLIO, V.M. de O.; REIS, M. de S. Methods of adaptability and stability analysis in irrigated rice genotypes in Minas Gerais, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.8, p.119-126, 2008.
- VASCONCELOS, E.S. de; REIS, M.S.; CRUZ, C.D.; SEDIYAMA, T.; SCAPIM, C.A. Adaptability and stability of semilate and late maturing soybean genotypes in Minas Gerais state. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, p.411-415, 2010.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica aplicada no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.
- VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, v.53, p.89-91, 1978.
- WAMATU, J.N.; THOMAS, E.; PIEPHO, H.P. Responses of different arabica coffee (*Coffea arabica* L.) clones to varied environment conditions. **Euphytica**, v.129, p.175-182, 2003.
- YAN, W.K.; HUNT, L.A.; SHENG, Q.; SZLAVNICS, Z. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. **Crop Science**, v.40, p.597-605, 2000.

Recebido em 17 de agosto de 2010 e aprovado em 12 de novembro de 2010