

## ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE PROGÊNIES F4 DE *Coffea arabica* L.

Rodrigo Elias Batista Almeida Dias<sup>1</sup>, Gladyston Rodrigues Carvalho<sup>2</sup>, Cesar Elias Botelho<sup>3</sup>,  
Alex Mendonça de Carvalho<sup>4</sup>, João Paulo Felicori Carvalho<sup>5</sup>, Diego Abreu Cardoso<sup>6</sup>

(Recebido: 21 de novembro de 2016; aceito: 10 de março de 2017)

**RESUMO:** A busca por novos genótipos com ampla adaptabilidade e estabilidade aliados a boas características agronômicas tem sido o principal foco dos programas de melhoramento do cafeeiro no Brasil. No presente trabalho objetivou-se selecionar progênies de *C. arabica*, em relação à adaptabilidade e estabilidade fenotípica da produtividade, para identificar os genótipos de melhor comportamento frente às variações ambientais. O experimento foi instalado em janeiro de 2007, nos Campos Experimentais da EPAMIG, nos municípios de Machado-MG e São Sebastião do Paraíso-MG. Foram realizadas análises de estabilidade e adaptabilidade, utilizando os métodos de Annicchiarico (1992), Ecovalência (WRICKE, 1965) e AMMI (ZOBEL; WRIGHT; GAUCH, 1988). Para estas análises foram consideradas como ambiente as combinações entre anos e locais. Foi avaliada a produtividade das progênies em sacas por hectare entre os anos de 2009 a 2015. Já nas colheitas de 2013, 2014 e 2015, além da avaliação de produtividade, foram avaliadas características agronômicas relacionadas ao rendimento, como: determinação de renda, rendimento e análise de peneira. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas constituídas por 10 plantas. As progênies 107-47-02 Cova 1 e H 105-01-39 Cova 1 apresentaram melhor comportamento frente às variações ambientais, podendo ser utilizadas para o avanço de gerações no programa de melhoramento.

**Termos para indexação:** Café, melhoramento genético, ambiente, produtividade.

## ADAPTABILITY AND PHENOTYPIC STABILITY OF F4 PROGENIES OF *Coffea arabica* L.

**ABSTRACT:** The search for new genotypes with broad stability and adaptability, allied to good agronomic traits has been the main focus of coffee breeding programs in Brazil. With this work, we aimed at selecting *C. arabica* progenies, related to phenotypic adaptability and stability, to identify the genotypes with best behavior concerning environmental changes. The trial was installed in January of 2007, in the Experimental Fields belonging to EPAMIG, in the municipalities of Machado and São Sebastião do Paraíso, both in Minas Gerais, Brazil. Analyzes of stability and adaptability were done using the methods of Annicchiarico (1992), Ecovalência (WICKE, 1965) and AMMI (ZOBEL; WRIGHT; GAUCH, 1988). The combinations between years and locations were considered as environment for these analyzes. Progeny productivity was evaluated in bags per hectare from 2009 to 2015. In the harvests of 2013, 2014 and 2015, we evaluated agronomic traits related to yield: income determination, yield and sieve analysis. The experimental design used was in randomized blocks, with four replicates and plots constituted of 10 plants. Progenies 107-47-02 Cova 1 and H 105-01-39 Cova 1 presented better behavior concerning environmental variations, allowing the use for generation advancement in the coffee breeding program.

**Index terms:** Coffee, breeding, environment, productivity.

### 1 INTRODUÇÃO

A busca por novos genótipos aliados a boas características agronômicas tem sido o principal foco dos programas de melhoramento do cafeeiro no Brasil (CARVALHO et al., 2010; MARTINEZ et al., 2007). Além da seleção direta baseada em produtividade, outras estratégias vêm sendo utilizadas para maximizar os ganhos com a seleção.

Uma estratégia importante visando ao sucesso na seleção de genótipos superiores é a adaptação do genótipo a diferentes ambientes de cultivo. No Brasil, as regiões cafeeiras são bem

distintas, cada uma com características ambientais definidas que influenciam grandemente no comportamento das diferentes cultivares desenvolvidas. Dessa forma, a utilização de cultivares melhoradas e adaptadas às condições ambientais das regiões produtoras exerce grande influência sobre a produtividade de cafeeiros (CORRÊA; MENDES; BARTHOLO, 2006).

A resposta diferenciada dos genótipos nos diferentes ambientes evidencia o que se conhece como interação genótipo por ambiente, indicando que o comportamento dos genótipos é influenciado pelas condições ambientais (CUCOLOTTI et al., 2007). Embora melhoristas

<sup>1,5,6</sup>Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Agricultura/DAG - Cx. P. 3037 - 37.200-000 Lavras - MG - rodrigoodias@hotmail.com, jpfelicori@gmail.com, diegocardoso5@hotmail.com

<sup>2,3</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG - Campus UFLA- Cx. P. 3037 - 37.200-000 Lavras - MG - carvalho@epamig.ufla.br, cesarbotelho@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Universidade Estadual Paulista/UNESP - Campus Registro - 11.900-000 - alexcarvalho@registro.unesp.br

em geral tendam a interpretar essa interação como negativa (por representar uma barreira ao ganho de seleção), Vasconcelos et al. (2010) ressaltam que interações significativas associadas com características ambientais previsíveis representam uma oportunidade de exploração. A adaptação de genótipos a ambientes específicos pode fazer a diferença entre uma boa ou excelente cultivar (CARGNIN et al., 2006).

Para cafeeiros, a estabilidade da produção está relacionada à alta produtividade, em ampla variação de ambientes e capacidade de superar a bienalidade (VOSSEN; VANDER, 1985). O genótipo ideal tem a capacidade de responder satisfatoriamente em ambientes favoráveis e apresenta produtividade associada à estabilidade em ambientes desfavoráveis (VERMA; CHAHAL; MURTY, 1978).

Na cultura do café existem várias metodologias utilizadas para avaliar estabilidade e adaptabilidade de diversos materiais genéticos, surgindo constantemente novas opções com suas vantagens e desvantagens.

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 é adequada e eficiente, pois extingue os efeitos impróprios induzidos pela presença de pontos extremos e evita recomendação incorreta de genótipos quanto à adaptabilidade.

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. Esse método é baseado no cálculo de um índice de recomendação ou confiança, que mede a probabilidade que o desempenho de um genótipo dado é superior sobre os outros. Assim, é considerada ideal a cultivar que apresentar o menor risco a ser adotada, isto é, aquela que apresentar o maior índice de confiança (CORRÊA; MENDES; BARTHOLO, 2006). Autores como Condé et al. (2010) e Grunvald et al. (2008) recomendam a utilização desta metodologia pela facilidade de interpretação.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho selecionar progênies de *C. arabica*, em relação à adaptabilidade e estabilidade fenotípica da produtividade, para identificar os genótipos de melhor comportamento frente às variações ambientais.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em janeiro de 2007, nos Campos Experimentais da EPAMIG, nos municípios de Machado-MG, situado em uma região de relevo ondulado a uma altitude de 900m latitude 21° 40' S e longitude 45° 55' W e São Sebastião do Paraíso-MG situado em uma região de relevo suavemente ondulado a uma altitude de 890m latitude 20° 55' S e longitude 46° 55' W.

Foi avaliada a produtividade (sc.ha<sup>-1</sup>) em sete colheitas dos anos 2009 a 2015, em progênies F4 obtidas no Programa de Melhoramento Genético do Cafeeiro, resultantes dos cruzamentos entre seleções de Icatu e cultivares comerciais (TABELA 1).

A denominação IAC 5002 refere-se a progênies obtidas pelo IAC resultantes do cruzamento entre Catuaí Amarelo IAC H2077-2-12-70 e Mundo Novo IAC 515-20.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, com espaçamento de 3,0 m entre linhas e 0,8 m entre plantas correspondendo a 4.166 plantas.ha<sup>-1</sup>, com 10 plantas por parcela, sendo consideradas úteis todas as plantas da parcela. Os tratamentos culturais e condução do experimento foram feitos de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro, tendo a adubação realizada conforme Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999). O controle de pragas e doenças foi realizado seguindo manejo integrado, o qual foi variável para cada região, acompanhando a sazonalidade da ocorrência das pragas e doenças.

Na colheita foi avaliada a produção de grãos, em litros de “café da roça” por parcela, anualmente, sendo a colheita realizada entre os meses de maio e julho de cada ano. Posteriormente, foi realizada a conversão para sacas de 60 kg de café beneficiado.ha<sup>-1</sup>. Esta conversão é realizada por aproximação de valores e consiste em considerar um rendimento médio de 480 litros de “café da roça” para cada saca de 60 kg de café beneficiado. Uma amostra de 300 gramas de café beneficiado foi passada pelo conjunto de peneiras (18/64 a 13/64, o material que ficou retido em cada peneira foi pesado determinando-se a porcentagem de cada peneira). No presente trabalho foi utilizado somente o dado da porcentagem de grãos que ficaram retidos nas peneiras 17 acima.

A análise estatística foi realizada após a constatação da homogeneidade das variâncias, por meio do teste de Hartley.

**TABELA 1-** Relação das progênes de *C. arabica* avaliadas em Machado e São Sebastião do Paraíso – MG. EPAMIG, 2014 e 2015.

Identificação	Progênes	Genitores
A	H 141-17-46 Cova 8	Icatu Am <sup>1</sup> . IAC 2944 x Cat <sup>3</sup> . Am. IAC 62
B	H 141-17-46 Cova 9	Icatu Am <sup>1</sup> . IAC 2944 x Cat <sup>3</sup> . Am. IAC 62
C	H 141-17-46 Cova 16	Icatu Am <sup>1</sup> . IAC 2944 x Cat <sup>3</sup> . Am. IAC 62
D	H 141-17-46 Cova 18	Icatu Am <sup>1</sup> . IAC 2944 x Cat <sup>3</sup> . Am. IAC 62
E	H 108-43-37 Cova 6	Icatu Verm <sup>2</sup> . IAC 4042 x IAC 5002
F	H 105-01-39 Cova 1	Icatu Am <sup>1</sup> . IAC 2944 x IAC 5002
G	H 105-01-39 Cova 4	Icatu Am <sup>1</sup> . IAC 2944 x IAC 5002
H	H 107-47-02 Cova 1	Icatu Verm <sup>2</sup> . IAC 4040 x IAC 5002
I	H 141-10-10 Cova 1	Icatu Am <sup>1</sup> . IAC 2944 x Cat <sup>3</sup> . Am. IAC 62
J	H 141-10-10 Cova 12	Icatu Am <sup>1</sup> . IAC 2944 x Cat <sup>3</sup> . Am. IAC 62

<sup>1</sup>Am.: Amarelo; <sup>2</sup>Verm.: Vermelho; <sup>3</sup>Cat.: Catuaí.

Posteriormente, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Utilizou-se o aplicativo computacional SISVAR (FERREIRA, 2008).

Foram feitas análises de estabilidade e adaptabilidade, utilizando os métodos de Annicchiarico (1992), Ecovalência (WRICKE, 1965) e AMMI (ZOBEL; WRIGHT; GAUCH, 1988). Para estas análises foram consideradas como ambiente as combinações de anos com locais.

A metodologia proposta por Annicchiarico (1992) adota um Índice de Confiança (reliability index) que estima o risco de adoção de determinado genótipo. Os procedimentos para os cálculos têm início com a transformação das médias de cada cultivar em cada ambiente, em porcentagem da média do ambiente. Posteriormente, estima-se a média (Y) e o desvio padrão das porcentagens de cada cultivar. De posse dessas estimativas, obtém-se o índice de confiança  $I_i$  por meio do seguinte estimador:

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

Em que:

$I_i$ : índice de confiança (%);

$Y_i$ : média da cultivar  $i$  em porcentagem;

$Z$ : valor na distribuição normal standardizada no qual a função de distribuição acumulada atinge o valor percentil  $(1-\alpha)$ .

$S_i$ : desvio padrão dos valores percentuais.

Quanto maior esse índice, menor o risco de adoção da cultivar.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise em esquema de parcelas subdivididas no tempo permite o estudo das interações progênes x colheitas, e possibilita o estudo do comportamento das progênes ao longo das colheitas.

Neste trabalho, houve efeito significativo para progênes, locais e para as interações progênes x locais. A significância da interação demonstra que o comportamento das progênes não é coincidente nos ambientes avaliados, revelando a importância de se considerar o local para a recomendação dos materiais genéticos.

Na literatura, é indicada a necessidade de avaliação da produtividade por pelo menos quatro safras consecutivas, ou dois biênios, para se ter sucesso na seleção de uma progênie, visto que se trata de uma cultura perene e a estabilidade de produção é alcançada na quarta colheita (PEDRO et al., 2011). Portanto, o ciclo de avaliação utilizado neste estudo foi suficiente para discriminar, com eficiência, o potencial produtivo das progênes.

Observa-se de maneira geral, no Campo Experimental de Machado, que na maioria dos anos estudados as progênes tiveram boa produtividade (TABELA 2). Destaque para a progênie G por ser a única a se apresentar entre as mais produtivas em todos as safras, com uma produtividade média de 41,8 sacas.ha<sup>-1</sup>. Dessa forma, o desempenho superior dessa progênie, em relação à produtividade, pode ser explicado pelo bom potencial produtivo dos parentais envolvidos nos cruzamentos. A identificação desses genótipos é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento (GOMES et al., 2007).

**TABELA 2** - Produtividade média (sacas.ha<sup>-1</sup>) de 10 progênes de cafeeiros, nos anos 2009 a 2015, no Campo Experimental de Machado-MG.

Progênes	Produtividade (sc.ha <sup>-1</sup> )							Média
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
A	5,5a	33,9ns	26,9ns	14,5b	54,3b	18,0ns	36,4b	27,1b
B	4,5a	29,2ns	22,7ns	22,5b	56,4b	18,9ns	88,1a	34,6b
C	6,2a	39,1ns	27,5ns	14,3b	60,8b	22,4ns	57,4b	32,5b
D	2,2b	21,9ns	26,1ns	18,5b	61,6b	23,1ns	59,5b	30,4b
E	0,5b	33,6ns	16,9ns	37,3a	63,6b	26,0ns	78,8a	36,7a
F	2,9b	36,3ns	22,8ns	34,0a	60,3b	34,5ns	74,5a	37,9a
G	4,7a	29,7ns	25,7ns	43,7a	82,0a	28,5ns	78,0a	41,8a
H	3,3b	27,0ns	21,9ns	31,3a	56,5b	21,0ns	66,9a	32,5b
I	1,8b	41,7ns	15,3ns	24,0b	59,7b	24,8ns	53,7b	31,6b
J	2,1b	48,3ns	21,5ns	31,2a	50,8b	31,9ns	80,3a	38,0a
CV(%)	58,60	33,05	47,51	27,53	19,00	32,31	29,40	13,02

As médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo e não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de significância.

O potencial produtivo desses parentais foi relatado por outros autores. Botelho et al. (2010), avaliando cultivares do grupo Catuaí nas regiões produtoras do estado de Minas Gerais, verificaram que a cultivar Catuaí Amarelo IAC 62 apresentou-se mais promissora por aliar estabilidade e adaptabilidade em ambientes favoráveis e desfavoráveis com média alta de produtividade. 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.

Diante da seca ocorrida no Campo Experimental de São Sebastião do Paraíso no ano de 2012, não foi realizada avaliação para produtividade das progênes no ano de 2013 (TABELA 3). Não foi encontrada diferença significativa nos três primeiros anos e na média geral da produtividade das progênes. Nos anos de 2012 e 2015 pode-se destacar a progênie E, por apresentar maior produtividade 14,6 e 35,0 (sacas.ha<sup>-1</sup>) respectivamente.

A produtividade média das progênes alterou-se em relação aos locais avaliados. Os resultados evidenciam a necessidade de se avaliar o comportamento regional das progênes, pois a interação genótipos por ambientes (GA) é expressiva.

Corrêa, Mendes e Bartholo (2006), após avaliação de oito colheitas de 11 progênes de Icatu em Machado e São Sebastião do Paraíso,

obtiveram produtividade média variando de 47,7 a 59,3 sacas.ha<sup>-1</sup>. Os autores destacaram no trabalho a capacidade produtiva de cultivares do grupo Icatu, o que evidencia sua importância para os programas de melhoramento genético, tanto pela resistência à ferrugem do cafeeiro quanto pelas altas produtividades.

Para a produtividade média no Campo Experimental de Machado, observa-se a formação de dois grupos de progênes, com destaque para as progênes E, F, G e J, que apresentaram produtividades variando de 36,7 a 41,8 sc.ha<sup>-1</sup> (TABELA 4). Já no Campo Experimental de São Sebastião do Paraíso não houve efeito significativo na produtividade média das progênes, indicando um potencial produtivo similar entre as progênes neste local.

A baixa produtividade média geral (TABELA 4) pode ser explicada pelo fato de se ter avaliado a primeira colheita das lavouras, conforme constatado por Carvalho, Chalfoun e Cunha (2010) em estudo da produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, e também, pela seca de 2014 que influenciou a produtividade na colheita 2015, principalmente no Campo Experimental de São Sebastião do Paraíso.

Em programas de melhoramento genético de cafeeiro busca-se um genótipo cujo desempenho abranja, além de outras características, elevada capacidade produtiva e aumento no tamanho dos grãos (CARVALHO et al., 2012; PEDRO et al., 2011).

**TABELA 3-** Produtividade média (sacas.ha<sup>-1</sup>) de 10 progênes de cafeeiros, nos anos 2009 a 2015, no Campo Experimental de São Sebastião do Paraíso-MG.

Progênes	Produtividade (sc.ha <sup>-1</sup> )						Média
	2009	2010	2011	2012	2014	2015	
A	12,8ns	39,4ns	18,7ns	7,2b	48,5a	20,1b	24,4ns
B	8,8ns	38,5ns	11,2ns	9,5b	48,4a	15,1c	21,9ns
C	10,7ns	27,3ns	6,7ns	8,3b	50,5b	8,9c	18,7ns
D	9,9ns	36,3ns	9,7ns	7,7b	63,9a	13,0c	23,4ns
E	15,3ns	36,2ns	8,3ns	14,6a	16,0b	35,0a	20,9ns
F	12,8ns	33,1ns	7,4ns	7,0b	61,2a	12,5c	22,3ns
G	5,9ns	38,3ns	6,0ns	8,0b	72,3a	5,9c	22,7ns
H	12,2ns	36,6ns	12,4ns	10,0b	54,9a	25,3b	25,3ns
I	10,1ns	30,3ns	6,2ns	7,6b	62,4a	10,1c	21,1ns
J	10,5ns	31,2ns	9,2ns	7,4b	36,2b	12,2c	17,8ns
CV(%)	41,26	25,40	59,93	30,31	29,65	46,57	15,09

As médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo e não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de significância.

**TABELA 4 -** Produtividade média (sacas.ha<sup>-1</sup>) de 10 progênes de cafeeiros, nas safras 2008/2009 a 2014/2015, nos Campos Experimentais de Machado e São Sebastião do Paraíso-MG.

Progênes	Produtividade Média (sc.ha <sup>-1</sup> )		
	Machado	S. S. Paraíso	Geral
A	27,1 b	24,4 a	25,9 b
B	34,6 b	21,9 a	28,7 a
C	32,5 b	18,7 a	26,3 b
D	30,4 b	23,4 a	27,2 b
E	36,7 a	20,9 a	29,4 a
F	37,9 a	22,3 a	30,7 a
G	41,8 a	22,7 a	32,9 a
H	32,5 b	25,3 a	29,2 a
I	31,6 b	21,1 a	27,0 b
J	38,0 a	17,8 a	28,8 a
CV(%)	13,02	15,09	8,75

As médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo e não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de significância.

Quando se avalia porcentagem média de grãos com peneira 17 e acima nota-se diferença significativa entre as progênes avaliadas (TABELA 5). O potencial das progênes provenientes do cruzamento entre os grupos de cultivares Catuaí e Icatu, para produzir progênes com maiores porcentagens de grãos retidos nas peneiras 17 e acima, deve-se ao fato de as

cultivares utilizadas como genitores apresentarem elevada capacidade de produzir grãos de peneiras superiores, conforme verificado por Botelho et al. (2010) e Dias et al. (2005).

Para a classificação por peneiras, verifica-se a formação de dois grupos pelo teste de médias, nos dois locais de cultivo, demonstrando a variabilidade encontrada para essa característica.

**TABELA 5** - Peneira 17 acima (%) média de 10 progênes de cafeeiros, nos Campus Experimentais de Machado e São Sebastião do Paraíso-MG.

Progênes	Peneira 17 acima (%)		
	Machado	S. S. Paraíso	Geral
A	27,3 a	24,0 a	25,7 a
B	29,9 a	26,3 a	28,1 a
C	23,7 b	23,2 a	23,5 b
D	34,4 a	24,5 a	29,5 a
E	24,7 b	14,4 b	19,6 b
F	30,3 a	23,5 a	26,9 a
G	21,7 b	19,4 b	20,6 b
H	22,3 b	23,5 a	22,9 b
I	18,6 b	20,1 b	19,3 b
J	21,3 b	14,0 b	17,7 b
CV(%)	18,89	17,35	13,44

As médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo e não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de significância.

Em Machado destaque deve ser dado às progênes A, B, D e F que obtiveram maior percentual de peneira 17 acima. Já no Campo Experimental de São Sebastião do Paraíso destaque para as progênes A, B, C, D, F e H que obtiveram os maiores índices de peneira alta com valores variando na faixa de 23,2 a 26,3%.

Pereira et al. (2013) estudaram o comportamento de progênes derivadas de Icatu e Catuaí e relataram que a classificação por peneiras foi a característica que obteve maior variância genética, comprovado pela grande variação genotípica.

Segundo Laviola et al. (2006) cultivares de Icatu apresentam maior porcentagem de grãos retidos em peneira “17 e acima” em relação às cultivares Catuaí e Rubi utilizadas como testemunhas.

A divergência entre os grupos formados em cada local justifica o estudo da estabilidade e adaptabilidade pela metodologia de Annichiarico (1992), a qual estima a probabilidade de certa progênie apresentar desempenho abaixo da média do ambiente. O índice de confiança ( $I_i$ ) demonstra o desempenho da progênie em relação à média do ambiente e é interferido por duas variáveis distintas, uma relacionada à produtividade e outra relativa à estabilidade, ou seja, o desvio padrão. No presente trabalho, algumas progênes, tais como H(73,35%) e F (71,61%), destacaram-se por apresentar maiores valores do índice

de confiança (TABELA 6). Essas progênes mostram-se promissoras porque além da maior estabilidade nos ambientes estudados, ficaram entre as mais produtivas na média dos ambientes. Esses resultados evidenciam a importância e a necessidade de pesquisas sobre a adaptabilidade e estabilidade.

Carvalho et al. (2008) estudaram adaptabilidade e estabilidade de progênes oriundas de cruzamentos de Catuaí com Mundo Novo e constataram diferença no índice de confiança de até 54,37%, entre elas.

Segundo Polizelet al. (2013), com o método de Annichiarico (1992) estima-se o risco (em probabilidade) em adotar determinado genótipo. O método da ecovalência ( $W_i$ ) afirma que o genótipo mais estável é aquele que apresenta ecovalência de mais baixa magnitude em relação aos demais.

A ecovalência (WRICKE, 1965) possibilita estimar a estabilidade no sentido agrônomo, isto é, a progênie é estável se sua resposta ao ambiente é paralela ao desempenho médio nos diferentes experimentos. Contudo, esse comportamento pode ser acima ou abaixo da média.

Comparando-se a ecovalência com a produtividade, destacam-se as progênes H e F que obtiveram as menores estimativas da ecovalência  $W_i\% = 2,81$  e  $3,37$  respectivamente, consideradas as mais estáveis (TABELA 6). Esses genótipos também estão no grupo dos mais produtivos na média geral como já observado na Tabela 4.

**TABELA 6** - Análise de estabilidade de progênies de cafeeiro em sete safras e dois locais de cultivo quanto à produtividade de grãos (sacas.ha<sup>-1</sup>) em diferentes metodologias.

Identificação	Progênies	Annicchiarico (1992)		Wricke (1965)	
		I (i)	Desvio Padrão %	Wi	Wi %
A	H 141-17-46 Cova 8	38,79	41,33	5087,61	16,84
B	H 141-17-46 Cova 9	69,04	19,56	2242,99	7,42
C	H 141-17-46 Cova 16	39,33	34,62	1464,88	4,85
D	H 141-17-46 Cova 18	61,48	18,17	1781,28	5,89
E	H 108-43-37 Cova 6	19,75	53,63	7833,03	25,92
F	H 105-01-39 Cova 1	71,61	18,98	1018,91	3,37
G	H 105-01-39 Cova 4	44,08	35,43	4935,55	16,33
H	H 107-47-02 Cova 1	73,35	20,70	848,12	2,81
I	H 141-10-10 Cova 1	52,57	20,80	1819,01	6,02
J	H 141-10-10 Cova 12	59,13	23,02	3184,25	10,53

Índice de confiança I(i), Desvio padrão (%), Ecovalência (Wi%)

Destaca-se, também, a progênie E, considerada a menos estável ( $Wi\% = 25,92$ ), no entanto, também compõe o grupo de maior produtividade na média geral (TABELAS 6 e 4).

A ecovalência determinou a contribuição de cada genótipo para a soma de quadrados da interação GA, definida por estabilidade. De acordo com os resultados não se observa uma correlação direta entre a ecovalência e produtividade, visto que genótipos com altas produtividades apresentaram ecovalência alta e outros baixa.

Correia (2008), estudando a adaptabilidade e estabilidade de vários genótipos de soja, indica que a seleção para a melhor estabilidade pode resultar em baixas médias de performance produtiva, enquanto seleção para altas médias de produtividade pode levar à baixa estabilidade.

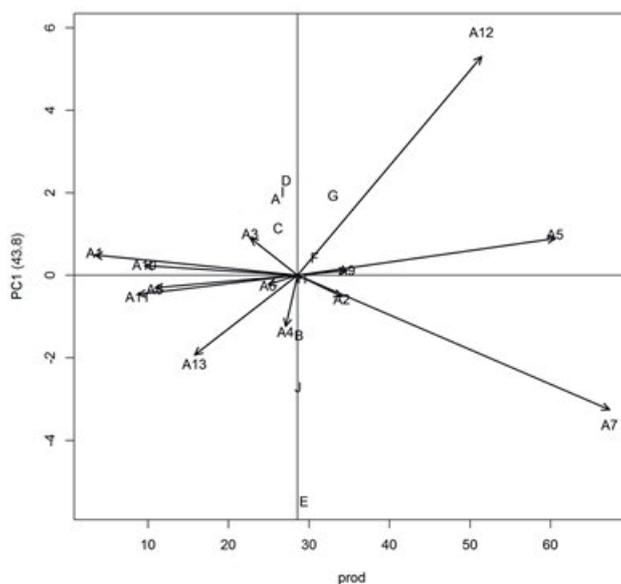
As variações edafoclimáticas dos locais e climáticas dos biênios utilizados para formação dos ambientes podem ter influenciado nas diferenças de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos avaliados (CARVALHO et al., 2008; GICHIMU; OMONDI, 2010).

Conforme descrito por Polizel et al. (2013), vários métodos têm sido propostos para investigar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica, sendo que a diferença entre eles origina-se nos próprios

conceitos e procedimentos biométricos para medir a interação GA. Ainda segundo o autor, destacam-se os procedimentos baseados na variância da interação GA (WRICKE, 1965) e métodos que integram a análise comum de variância (método univariado) com a análise de componentes principais (método multivariado), como é o caso da análise de AMMI, sugerido por Gauche Zobel (1996).

Corrêa, Mendes e Bartholo (2006) avaliaram a adaptabilidade e estabilidade de progênies de cafeeiro utilizando as seguintes metodologias: Annicchiarico (1992) e Eberhart e Russel (1966) e AMMI, proposta por Oliveira, Duarte e Pinheiro (2003) e encontraram coerência de resultados entre essas metodologias.

Comparando-se a estimativa de risco de Annicchiarico (1992) à ecovalência com a análise de componente principal, destaca-se o genótipo H 107-47-02 Cova 1 (H) e H 105-01-39 (F) no biplot (FIGURA 1) do primeiro eixo da análise de componentes principais da interação (PC1), levando-se em consideração os escores baixos (próximos de zero), característicos de genótipos e ambientes que contribuem pouco para interação, caracterizando-se como estáveis.



**FIGURA 1** - Biplot AMMI representando as progênies em 13 ambientes em função do primeiro componente principal e da produtividade de grãos (sacas.ha<sup>-1</sup>).

Progênies (A=H 141-17-46 Cova 8, B=H 141-17-46 Cova 9, C=H 141-17-46 Cova 16, D=H 141-17-46 Cova 18, E=H 108-43-37 Cova 6, F=H 105-01-39 Cova 1, G=H 105-01-39 Cova 4, H=H 107-47-02 Cova 1, I=H 141-10-10 Cova 1, J=H 141-10-10 Cova 12); ambientes (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13).

#### 4 CONCLUSÕES

As progênies H 107-47-02 Cova 1 e H 105-01-39 Cova 1 apresentaram melhor comportamento frente às variações ambientais, podendo ser utilizadas para o avanço de gerações no programa de melhoramento.

#### 5 REFERÊNCIAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Breeding**, Rome, v. 46, n. 1, p. 269-278, Mar. 1992.

BOTELHO, C. E. et al. Seleção de progênies F4 de cafeeiro obtidas pelo cruzamento de Icatu com Catimor. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 274-281, maio/jun. 2010.

CARGNIN, A. et al. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 987-993, jun. 2006.

CARVALHO, A. M. et al. Avaliação de progênies de cafeeiros obtidos do cruzamento entre Catuaí e Híbrido de Timor. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 9, n. 2, p. 249-253, mar. 2008.

\_\_\_\_\_. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 269-275, mar. 2010.

\_\_\_\_\_. Desempenho agrônomo de cultivares de café resistentes à ferrugem no Estado de Minas Gerais, Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 481-487, dez. 2012.

CARVALHO, L. C.; CHALFOUN, S. M.; CUNHA, R. L. Manejo de doenças do cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. v. 1, p. 689-757.

CONDÉ, A. B. T. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de trigo sob cultivo de sequeiro em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, p. 45-52, 2010.

CORRÊA, L. V. T.; MENDES, A. N. G.; BARTHOLO, G. F. Comportamento de cafeeiro Icatu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 618-622, jul./ago. 2006.

CORREIA, W. R. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em Minas Gerais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 80-85, out./dez. 2008.

- CUCOLOTTI, M. et al. Genotype x environment interaction in soybean: evaluation through three methodologies. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 7, n. 3, p. 270-277, May 2007.
- DIAS, F. P. et al. Caracterização de progênies do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) selecionados em Minas Gerais: caracteres relacionados à produção. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 299, p. 85-100, set. 2005.
- EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36-40, May 1966.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.
- GAUCH, H. C. J.; ZOBEL, R. W. Predictive and post dictive success of statistic analysis of yield trials. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 76, n. 1, p. 1-10, 1996.
- 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**, Milford, v. 1, n. 1, p. 32-39, 2010.
- GOMES, L. de R. et al. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de amendoim de porte ereto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 7, p. 985-989, jul. 2007.
- GRUNVALD, A. K. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol no Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, p. 1483-1493, 2008.
- LAVIOLA, B. G. et al. Influência da adubação na formação de grãos mocas e no tamanho dos grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 36-42, abr./jun. 2006.
- MARTINEZ, H. E. P. et al. Crescimento vegetativo de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) e sua correlação com a produção em espaçamentos adensados. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 481-489, out. 2007.
- NASCIMENTO, M. et al. Adaptabilidade e estabilidade via regressão não paramétrica em genótipos de café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 1, p. 41-48, Jan. 2010.
- OLIVEIRA, A. B.; DUARTE, J. B.; PINHEIRO, J. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 357-364, mar. 2003.
- PEDRO, F. C. et al. Comportamento agrônomico de progênies F4 de cafeeiros oriundos do cruzamento entre os cultivares Mundo Novo e Catuaí. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 3, p. 315-322, maio/jun. 2011.
- PEREIRA, T. B. et al. Seleção de progênies F4 de cafeeiros obtidas de cultivares do grupo Icatu. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 337-346, jul./set. 2013.
- POLIZEL, A. C. et al. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja no Estado do Mato Grosso. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 910-920, jul./ago. 2013.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. 359 p.
- SILVA, F. L. da et al. Methods of adaptability and stability analysis in irrigated rice genotypes in Minas Gerais, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Oxford, v. 8, n. 2, p. 119-126, Mar. 2008.
- VASCONCELOS, E. S. de et al. Adaptability and stability of semilate and late maturing soybean genotypes in Minas Gerais state. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 411-415, jul./set. 2010.
- VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. Limitation of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 53, n. 2, p. 89-91, Sept. 1978.
- VOSSSEN, H. A. M.; VANDER, A. G. Coffee Selection and breeding. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. (Ed.). **Coffee: botany biochemistry and of beans and beverage**. Westport: AVI, 1985. p. 48-96.
- WRICKE, G. Zur Berechnung der Okovalenz bei Sommerweizen und Hafer. **Zeitschrift für Pflanzenzüchtung**, Berlin, v. 52, n. 2, p. 127-138, 1965.
- ZOBEL, R. W.; WRIGHT, M. J.; GAUCH, H. G. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, p. 388-393, 1988.