



ARTIGO ORIGINAL

Inocencio Junior de Oliveira^{1*}
José Roberto Antoniol Fontes¹
Maurisrael Moura Rocha²

Seleção de genótipos de feijão-caupi para adaptabilidade e estabilidade produtiva no Estado do Amazonas

Selection of cowpea genotypes for adaptability and stability in the State of Amazonas

¹ Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, 69010-970, Manaus, AM, Brasil
² Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 001, 64006-220, Teresina, PI, Brasil

*Autor Correspondente:

E-mail: inocencio.oliveira@embrapa.br

PALAVRAS-CHAVE

Vigna unguiculata

Interação genótipo × ambiente

Produtividade

KEYWORDS

Vigna unguiculata

Genotype × environment interaction

RESUMO: O conhecimento da adaptabilidade e estabilidade de genótipos é fundamental, principalmente na fase de lançamentos de cultivares, pois visa reduzir os efeitos da interação genótipos × ambientes e facilitar a recomendação de cultivares. O objetivo foi selecionar genótipos de feijão-caupi de porte semiprostrado e semiereto para adaptabilidade e estabilidade produtiva cultivados em diferentes ambientes no Estado do Amazonas, utilizando os métodos baseados em regressão linear (Eberhart & Russell), na análise de variância (Annicchiarico) e em componentes principais (centroide). Os ensaios foram conduzidos em cinco ambientes do Estado do Amazonas sob o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. Os efeitos de genótipos, ambientes e da interação genótipo × ambiente foram significativos. As metodologias utilizadas apresentaram de modo geral concordância nos resultados e permitem identificar entre os genótipos avaliados os de maior produtividade de grãos, estabilidade e adaptabilidade, considerando-se amplas condições ambientais. As linhagens MNC03-736F-6, MNC01-649F-2-1, MNC02-701F-2 e MNC01-649F-2-11 de porte semiprostrado, as linhagens MNC03-737F-5-9, MNC03-737F-5-10 e MNC02-675F-9-3 e a cultivar Tumucumaque de porte semiereto são as mais promissoras para o cultivo de feijão-caupi no Amazonas, pois aliam estabilidade e adaptabilidade à alta produtividade.

ABSTRACT: Knowledge of genotypes adaptability and stability of is essential, especially in cultivars launching phase since it aims to reduce the effects of genotype × environment interaction and facilitate the recommendation of cultivars. This work aimed to select genotypes of semi-prostrate and semi-erect cowpea, grown in different environments in the state of Amazonas, for adaptability and yield stability using methods based on linear regression (Eberhart and Russell), analysis of variance (Annicchiarico) and principal component (centroid). The tests were conducted in five environments of the State of Amazon under a completely randomized block design with four replications. The effects of genotypes, environments and genotype × environment interaction were significant. The used methodologies presented overall concordant results and allow the identification among the assessed genotypes, of those with highest grain yield, stability and adaptability, considering broad environmental conditions, and the MNC03-736F-6, MNC01-649F-2-1, MNC02-701F-2 and 2-11 MNC01-649F semi-prostrate strains, and the MNC03-737F-5-9, 5-10 and MNC03-737F-MNC02-675F strains 9-3 and the semi-erect cultivate Tumucumaque are the most promising for growing cowpea in the Amazon, as they combine stability and adaptability to high productivity.

1 Introdução

No Brasil, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) destaca-se por sua importância socioeconômica para as famílias das regiões Norte e Nordeste, constituindo-se em um dos principais componentes da dieta alimentar na zona urbana e, especialmente, para as populações rurais, gerando emprego e renda para milhares de pessoas (Freire Filho et al., 2005). No entanto, o caupi ainda apresenta baixos patamares de produtividade (300 kg ha^{-1}) (Leite et al., 2009) e, dentre as principais causas, é apontada a utilização de baixo nível tecnológico na atividade associado ao uso de cultivares tradicionais com baixo potencial produtivo.

Em um determinado ambiente, a manifestação fenotípica é o resultado da ação do genótipo sob influência do meio. Entretanto, quando se considera uma série de ambientes, detecta-se, além dos efeitos genéticos e ambientais, um efeito adicional, proporcionado pela interação destes (Cruz et al., 2004). Por isso, nos programas de melhoramento genético, a avaliação da interação genótipos \times ambientes torna-se de grande importância, pois, no caso de sua existência, há possibilidades de o melhor genótipo em um dado ambiente não o ser em outro. Este fato influencia o ganho com a seleção e dificulta a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade, especialmente para o Estado do Amazonas, no qual poucas pesquisas têm sido realizadas visando à avaliação e seleção de materiais genéticos mais adaptados, resistentes e com características comerciais favoráveis.

O conhecimento da adaptabilidade e estabilidade de genótipos é fundamental, principalmente na fase de lançamentos de cultivares, pois visa reduzir os efeitos da interação genótipos \times ambientes e facilitar a recomendação de cultivares produtivos, adaptados e estáveis às condições ambientais de cultivo da região, sendo isto imprescindível para uma recomendação segura da cultivar, o aumento da produtividade de feijão-caupi e renda do produtor no Amazonas.

A adaptabilidade refere-se à capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente e a estabilidade diz respeito à capacidade de os genótipos mostrarem comportamento altamente previsível em razão do estímulo do ambiente (Cruz et al., 2004).

A escolha do método para a caracterização de genótipos quanto à adaptabilidade e estabilidade depende dos dados experimentais, da precisão requerida e do tipo de informação desejada pelo melhorista (Cruz et al., 2004). É importante que se utilize mais de um método, pois cada um possui peculiaridades que podem contribuir para o aprimoramento da análise e, em alguns casos, os métodos podem ser complementares entre si (Pereira et al., 2009).

O método proposto por Eberhart & Russell (1966) baseia-se na análise de regressão linear, que mede a resposta de cada genótipo às variações ambientais. Os coeficientes de regressão de cada genótipo, em relação ao índice ambiental e os desvios dessa regressão representam, respectivamente, as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade (Cruz et al., 2004). O método não paramétrico de Annicchiarico (1992) estima a probabilidade de um genótipo apresentar desempenho superior ao de outros 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.

Metodologias baseadas em componentes principais, ou seja, centradas, embora utilizadas em programas de melhoramento em estudos de diversidade genética, são pouco utilizadas em estudos da interação genótipo \times ambiente (Rocha et al., 2005). O conceito de adaptabilidade e estabilidade utilizado no método centrado diferencia dos demais, uma vez que o genótipo de máxima adaptação específica não é aquele que apresenta bom desempenho nos grupos de ambientes favoráveis ou desfavoráveis, mas sim o genótipo que apresenta valores máximos para determinado grupo de ambientes e mínimo para o outro conjunto.

O objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos de feijão-caupi de porte semiprostrado e semiereto para adaptabilidade e estabilidade produtiva, cultivados em diferentes ambientes no Estado do Amazonas.

2 Material e Métodos

Foram utilizados dados de produtividade de grãos de feijão-caupi de portes semiprostrado e semiereto dos ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) do programa de melhoramento de feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte, conduzidos nos anos agrícolas de 2010 a 2012, no Estado do Amazonas.

Os ambientes de avaliação consistiram da combinação de local e ano, em diferentes condições edafoclimáticas do Estado, perfazendo um total de cinco ambientes: Manaus, 2010, em terra firme em sistema de plantio direto (1); Manaus, 2010, em terra firme em preparo convencional (2); Manaus, 2011, em terra firme em preparo convencional (3); Rio Preto da Eva, 2012, em terra firme em preparo convencional e Iranduba, 2012, área de várzea.

Em todos os ensaios, utilizaram-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com 20 tratamentos e quatro repetições. Cada parcela apresentou quatro fileiras espaçadas de 0,80 m para os ensaios de porte semiprostrado e 0,50 m para os ensaios de porte semiereto, com oito sementes por metro linear, sendo a área útil constituída das duas linhas centrais.

Foram avaliados 20 genótipos de porte semiprostrado, 14 linhagens (MNC01-649F-1-3, MNC01-649F-2-1, MNC01-649F-2-11, MNC02-675F-4-9, MNC02-675F-9-5, MNC02-676F-1, MNC02-677F-2, MNC02-677F-5, MNC02-680F-1-2, MNC02-689F-2-8, MNC02-701F-2, MNC03-736F-2, MNC03-736F-6, MNC03-761F-1) e seis cultivares (Pingo de Ouro-1-2, BRS Xiquexique, BRS Juruá, BRS Aracê, BR17 Gurguéia e BRS Marataoã). E, também 20 genótipos de porte semiereto sendo 16 linhagens (MNC02-675F-4-9, MNC02-675F-4-2, MNC02-675F-9-2, MNC02-675F-9-3, MNC02-676F-3, MNC02-682F-2-6, MNC02-683F-1, MNC02-684F-5-6, MNC03-725F-3, MNC03-736F-7, MNC03-737F-5-1, MNC03-737F-5-4, MNC03-737F-5-9, MNC03-737F-5-10, MNC03-737F-5-11, MNC03-737F-11) e quatro cultivares (BRS Tumucumaque, BRS Caumé, BRS Itaim e BRS Guariba).

Os ensaios foram conduzidos sob o regime de sequeiro, com semeadura no mês de junho e colheita entre os meses de agosto e setembro de cada ano, e a adubação de plantio foi realizada com a aplicação de $20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de } \text{P}_2\text{O}_5$ e de $40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de } \text{K}_2\text{O}$, para os ensaios realizados em terra firme. Em condições de várzea, o ensaio também foi

conduzido sob o regime de sequeiro, porém a semeadura foi realizada no final do mês de agosto e a colheita em novembro, dispensando a adubação de plantio, pelo fato de os solos de várzea apresentarem alta fertilidade natural (Fajardo et al., 2009). Os tratos culturais consistiram do uso de inseticidas (Metamidofós e Deltametrina) para o controle de insetos mastigadores (vaquinhas e lagartas) e sugadores (pulgões, percevejos e trips), via pulverizador costal manual, adubação de cobertura com 20 kg ha⁻¹ de N aos 20 dias após a emergência e capina manual aos 25 dias após a emergência para o controle de plantas daninhas.

Os dados de produtividade foram submetidos a análises de variância, tendo-se considerado o efeito de tratamentos como fixo e os demais efeitos como aleatórios. Detectou-se que a razão entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo foi inferior a sete, indicativo de que as variâncias residuais foram homogêneas, permitindo a realização da análise conjunta dos ensaios, segundo Pimentel-Gomes (1990).

Foi feita a avaliação da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, pelos métodos de Eberhart & Russell (1966), Annicchiarico (1992), Rocha et al. (2005) (centroide). Para as análises foi utilizado o aplicativo computacional Genes (Cruz, 2006).

No método de Eberhart & Russell (1966), a adaptabilidade ou a resposta linear aos ambientes é dada pela estimativa do parâmetro β_{1i} e pela produtividade média (β_{0i}); e a estabilidade, pela variância dos desvios da regressão ($\sigma^2_{\delta i}$), conforme o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}, \quad (1)$$

em que: Y_{ij} é a média de produtividade de grãos (kg ha⁻¹) do genótipo i , no ambiente j ; β_{0i} é a média geral; β_{1i} é o coeficiente de regressão linear; δ_{ij} é a variância dos desvios da regressão; ε_{ij} é o erro experimental médio; I_j é o índice ambiental codificado

($\sum_j I_j = 0$), dado por $I_j = \frac{1}{g} \sum Y_{ij} - \frac{1}{ag} Y$, para g linhagens e a ambientes (Equação 1).

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 genótipo em cada ambiente, em percentagem da média do ambiente. Posteriormente, estima-se a média $\mu_{i(g)}$ e o desvio padrão ($\sigma_{zi(g)}$) das percentagens de cada genótipo para os ambientes de maneira geral, favoráveis e desfavoráveis. Em seguida, obtêm-se os índices de confiança ($\omega_{i(g)}$), considerando todos os ambientes para cada genótipo por meio do seguinte estimador:

$$\omega_{i(g)} = \mu_{i(g)} - z_{(1-\alpha)} \sigma_{zi(g)} \quad (2)$$

em que: $\omega_{i(g)}$ é o índice de confiança (%); $\mu_{i(g)}$ é a média do genótipo 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 $\sigma_{zi(g)}$ é o desvio padrão dos valores percentuais (Equação 2). Quanto maior esse índice, menor o risco de adoção do genótipo. O coeficiente de confiança adotado foi de 75%, isto é, $\alpha = 0,25$.

O método centroide, segundo Rocha et al. (2005), baseia-se na comparação de valores da distância cartesiana entre os genótipos e quatro referências ideais (ideótipos), criados com base nos dados experimentais para representar os genótipos de máxima adaptabilidade geral, máxima adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis e os genótipos de mínima adaptabilidade. O ideótipo de máxima adaptabilidade geral é aquele que apresenta os valores máximos observados para todos os ambientes estudados (ideótipo I). Os ideótipos de máxima adaptabilidade específica são aqueles que apresentam máxima resposta em ambientes favoráveis e mínima resposta em ambientes desfavoráveis (ideótipo II) ou máxima resposta em ambientes desfavoráveis e mínima em ambientes favoráveis (ideótipo III). O ideótipo de mínima adaptabilidade é aquele que apresenta os menores valores em todos os ambientes estudados (ideótipo IV). Para utilização desse método, os ambientes foram classificados em favoráveis e desfavoráveis, utilizando o índice ambiental como descrito acima na metodologia de Eberhart & Russell (1966). Depois da classificação dos ambientes, foi feita a comparação de suas distâncias cartesianas das quatro referências ideais (ideótipos), por meio do cálculo da medida de probabilidade especial (P), segundo Rocha et al. (2005).

3 Resultados e Discussão

Os experimentos apresentaram boa precisão experimental com coeficientes de variação variando de 12,9% a 19,9%. Os resultados das análises de variância individuais revelaram a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os genótipos, quanto à produtividade de grãos em todos os ambientes, exceto no ambiente 5-Iranduba-Várzea/2012 que não apresentou diferença significativa entre os genótipos, pelo teste F (Tabela 1). Dentro de cada ambiente, diversos fatores como temperatura, doenças, insetos-praga, plantas daninhas, tipo de solo e disponibilidade hídrica, seriam os possíveis responsáveis por essa ampla variação nas condições ambientais.

A estreita relação dos índices ambientais com a produtividade de grãos permite a classificação dos ambientes em favoráveis (índice positivo) ou desfavoráveis (índice negativo) (Nascimento Filho et al., 2009). Entre os cinco ambientes avaliados, nos ensaios de porte semiprostrado, dois foram classificados como favoráveis (F), com produtividade acima da média, e três como desfavoráveis (D), em contrapartida, nos ensaios de porte semiereto, três ambientes foram classificados como favoráveis (F), com produtividade acima da média, e dois como desfavoráveis (D) (Tabela 1).

Na análise conjunta, avaliou-se primeiramente a homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos (QMR), verificada pela razão entre o maior e menor quadrado médio residual dos ensaios (6,8). Segundo Pimentel-Gomes (1990), as variâncias são consideradas homogêneas quando essa razão QMR é menor que 7,0.

A análise de variância conjunta dos cinco ambientes mostrou efeitos significativos dos genótipos ($p < 0,05$), ambientes e da interação genótipo x ambiente ($p < 0,01$) nos ensaios de porte semiprostrado e semiereto, o que indica a presença de variabilidade entre os genótipos e entre os ambientes utilizados, e também a ocorrência de resposta diferencial dos genótipos aos ambientes, assim como observado por Freire Filho et al. (2005),

Tabela 1. Índice ambiental (I_j), quadrados médios dos tratamentos (QMT), produtividade de grãos (PG) e coeficiente de variação (CV) em cinco ambientes no Amazonas dos ensaios de porte semiprostrado e semiereto de feijão-caupi, entre os anos de 2010 e 2012.**Table 1.** Environmental Index (I_j), mean squares of treatments (QMT), grain yield (PG) and coefficient of variation (CV) in five environments in the Amazon semi-prostrate tests and semi-erect of cowpea, from 2010 to 2012.

Porte Semiprostrado				
Ambientes	I_j	QMT	PG (kg ha ⁻¹)	CV (%)
1 Manaus – Plantio Direto / 2010	D	101658,68**	831,4	15,6
2 Manaus – Terra Firme / 2010	D	259268,58**	605,8	12,9
3 Manaus – Terra Firme / 2011	D	17161,58*	548,5	17,8
4 Rio Preto da Eva – Terra Firme / 2012	F	277802,55**	1483,9	13,4
5 Iranduba – Várzea / 2012	F	60191,26	1289,7	15,9
Média			951,9	
Maior $QM_{residuo} / QM_{residuo}$		6,8		
Porte Semiereto				
Ambientes	I_j	QMT	PG (kg ha ⁻¹)	CV (%)
1 Manaus – Plantio Direto / 2010	F	85803,23*	1161,0	18,8
2 Manaus – Terra Firme / 2010	D	216124,73**	802,5	18,0
3 Manaus – Terra Firme / 2011	D	130557,17**	672,4	14,8
4 Rio Preto da Eva – Terra Firme / 2012	F	162537,23**	1517,4	15,0
5 Iranduba – Várzea / 2012	F	133576,73*	1231,2	19,9
Média			1076,9	
Maior $QM_{residuo} / QM_{residuo}$		6,1		

** e *Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Rocha et al. (2007), Santos et al. (2008) e Barros et al. (2013) ao estudarem a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão-caupi e mostrando a importância da interação genótipos × ambiente para o feijão-caupi. Assim, por esse comportamento diferencial dos genótipos nos ambientes estudados, justifica-se, segundo Rocha et al. (2006), Barros et al. (2013) e Nunes et al. (2014), a determinação da adaptabilidade e estabilidade de comportamento.

A média geral dos ensaios, considerando os cinco ambientes foi de 951,9 kg ha⁻¹ para os genótipos de porte semiprostrado e de 1076,9 kg ha⁻¹ para os genótipos de porte semiereto, bem superior à média nacional de 300 kg ha⁻¹, segundo Leite et al. (2009), evidencia a elevada capacidade produtiva destes genótipos, assim como apresentaram Freire Filho et al. (2005), Teixeira et al. (2010) e Nunes et al. (2014) ao obterem produtividade média de feijão-caupi acima de uma tonelada.

Entre os genótipos que apresentaram coeficiente de regressão significativos e menor que a unidade, segundo o método de Eberhart & Russell (1966), destacaram-se as linhagens MNC02-675F-9-5 e MNC03-676F-1 de porte semiprostrado (Tabela 2) e as linhagens MNC02-676F-3, MNC03-737F-5-4 e a cultivar BRS Tumucumaque de porte semiereto, cujas produtividades superaram a média geral dos ensaios sendo, portanto, de adaptação específica às condições desfavoráveis (Tabela 3).

Quanto aos genótipos mais responsivos à melhoria das condições ambientais, destacaram-se as linhagens MNC02-677F-5 (porte semiprostrado) e MNC03-737F-5-10 (porte semiereto) por seus coeficientes de regressão serem significativamente maiores que a unidade ($\beta_1 > 1$) e com produtividades acima da média, ademais, nenhuma cultivar apresentou tal característica. A maioria dos genótipos, no entanto, apresentou

ampla adaptabilidade, pois seus coeficientes de regressão não apresentaram diferença significativa da unidade ($\beta_{1i} = 1$).

Em relação à estabilidade de comportamento, dada pela estimativa dos desvios da regressão ($\sigma_{\delta i}^2$), observou-se que somente as linhagens de porte semiprostrado MNC02-701F-2 e MNC02-675F-9-5 (Tabela 2) e os genótipos de porte semiereto, a linhagem MNC03-737F-5-4 e a cultivar BRS Tumucumaque (Tabela 3) apresentaram desvios de regressão não significativos com produção acima da média e, portanto, consideradas de alta estabilidade, ou seja, de alta previsibilidade de comportamento. Salienta-se também, que algumas linhagens com produtividade acima da média e desvios de regressão significativos, apresentaram previsibilidade tolerável, pois seus coeficientes de determinação (R^2) foram superiores a 80%, o que, segundo Cruz et al. (2004), é uma medida auxiliar na avaliação da estabilidade dos genótipos, quando os desvios de regressão são estatisticamente diferentes de zero. Assim, os genótipos mais próximos do ideal, segundo o método de Eberhart & Russell (1966), foram MNC02-701F-2 de porte semiprostrado e MNC03-737F-5-9, MNC02-675F-9-3 e MNC02-683F-1 de porte semiereto. Além disso, destacam-se as linhagens MNC02-677F-5 (semiprostrado) e MNC03-737F-5-10 (semiereto) para ambientes favoráveis e, para ambientes desfavoráveis, as linhagens MNC02-675F-9-5 e MNC02-676F-1 (semiprostrado) e MNC03-737F-5-4 e BRS Tumucumaque (semiereto).

Ao estudarem adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão-caupi na África, Shiringani & Shimelis (2011) e Oladejo et al. (2011) também obtiveram genótipos amplamente adaptados e estáveis, associados a elevadas produtividades de feijão-caupi, mostrando a importância do estudo da interação genótipo × ambiente em outras regiões do mundo.

Tabela 2. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, pelos métodos de Eberhart & Russell (1966) e Annicchiarico (1992), para 20 genótipos de feijão-caupi de porte semiprostrado, avaliadas em cinco ambientes no Amazonas, entre os anos 2010 e 2012.**Table 2.** Estimates of adaptability parameters and phenotypic stability by the methods of Eberhart & Russell (1966) and Annicchiarico (1992) to 20 cowpea genotypes semi-prostrate, evaluated in five environments in the Amazon, from 2010 to 2012.

Genótipos	Eberhart & Russell (1966)				Annicchiarico (1992)		
	β_0	β_1	$\sigma_{\delta_i}^2$	R ² (%)	ω_{iG}	ω_{iF}	ω_{iD}
MNC01-649F-1-3	961,1 b	1,07 ^{ns}	18402**	91,7	95,42	96,25	94,11
MNC01-649F-2-1	1072,2a	1,10 ^{ns}	25618**	90,0	107,65	105,04	108,66
MNC01-649F-2-11	1060,3a	0,99 ^{ns}	20210**	89,7	106,95	107,80	108,16
MNC02-675-4-9	810,9 b	1,01 ^{ns}	22482**	89,3	75,84	89,68	67,96
MNC02-675F-9-5	993,9a	0,66**	6907	88,7	104,41	89,86	118,42
MNC02-676F-1	1029,7a	0,50**	34675**	58,9	107,79	85,24	128,49
MNC02-677F-2	816,9 b	1,09 ^{ns}	2411	97,1	77,87	90,12	70,81
MNC02-677F-5	1021,9a	1,70**	16357**	96,8	89,39	122,30	73,19
MNC02-680F-1-2	863,8 b	1,08 ^{ns}	59341**	80,7	80,10	92,83	71,25
MNC02-689F-2-8	940,3 b	1,30**	12543*	95,6	89,52	102,27	82,20
MNC02-701F-2	1060,7a	1,07 ^{ns}	4278 ^{ns}	99,5	111,17	108,13	113,65
MNC03-736F-2	989,8a	1,04 ^{ns}	24895**	89,0	99,19	100,16	98,11
MNC03-736F-6	1199,1a	1,18 ^{ns}	10798*	95,1	124,32	119,20	127,42
MNC03-761F-1	871,2 b	0,84 ^{ns}	651	96,3	89,36	88,11	90,33
PINGO DE OURO	929,8 b	0,59**	8927	84,5	98,00	82,28	111,75
BRS XIQUÉXIQUE	951,8 b	1,02 ^{ns}	13516*	92,6	94,35	98,39	92,59
BRS JURUÁ	844,7 b	1,08 ^{ns}	28681**	88,7	80,38	94,65	71,65
BRS ARACÊ	879,2 b	0,70**	39826**	71,3	88,66	86,73	91,12
BR17 GURGUÉIA	807,0 b	0,91 ^{ns}	27586**	85,3	76,83	85,74	71,24
BRS MARATAOÃ	933,0 b	1,07 ^{ns}	2047 ^{ns}	97,1	94,47	100,22	91,60
MÉDIA GERAL	951,9						

β_0 : média geral (kg ha⁻¹); β_1 : adaptabilidade; $\sigma_{\delta_i}^2$: estabilidade; R²: coeficiente de determinação; ω_{iG} : adaptabilidade geral; ω_{iF} : adaptabilidade a ambientes favoráveis; ω_{iD} : adaptabilidade a ambientes desfavoráveis. ^{ns}Não significativo. ** e *Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t para β_1 , e pelo teste F para $\sigma_{\delta_i}^2$.

Tabela 3. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, pelos métodos de Eberhart & Russell (1966) e Annicchiarico (1992), para 20 genótipos de feijão-caupi de porte semiereto, avaliados em cinco ambientes no Amazonas, entre os anos 2010 e 2012.**Table 3.** Estimates of adaptability parameters and phenotypic stability by the methods of Eberhart & Russell (1966) and Annicchiarico (1992) to 20 cowpea genotypes semi-erect, evaluated at five environments in the Amazon, from 2010 to 2012.

Genótipos	Eberhart & Russell (1966)				Annicchiarico (1992)		
	β_0	β_1	$\sigma_{\delta_i}^2$	R ² (%)	ω_{iG}	ω_{iF}	ω_{iD}
MNC02-675F-4-9	990,1	1,14 ^{ns}	33477**	82,51	83,80	97,69	65,98
MNC02-675F-4-2	1054,1	1,01 ^{ns}	9575 ^{ns}	89,25	94,66	95,62	94,45
MNC02-675F-9-2	1070,8	1,30*	19704*	89,93	91,91	101,69	78,68
MNC02-675F-9-3	1131,3	0,97 ^{ns}	19113*	83,50	100,45	100,33	102,17
MNC02-676F-3	1096,4	0,58**	82041**	36,38	97,14	90,95	104,33
MNC02-682F-2-6	950,7	1,09 ^{ns}	9044 ^{ns}	99,75	84,18	90,81	76,86
MNC02-683F-1	1087,1	1,21 ^{ns}	19891*	88,57	93,78	102,52	81,70
MNC02-684F-5-6	1037,1	1,06 ^{ns}	14880 ^{ns}	87,72	91,96	93,10	89,01
MNC03-725F-3	993,7	1,03 ^{ns}	14414 ^{ns}	87,34	86,77	90,39	80,18
MNC03-736F-7	888,3	1,10 ^{ns}	6140 ^{ns}	98,24	76,72	87,91	66,30
MNC03-737F-5-1	1100,4	1,04 ^{ns}	36903**	78,38	95,91	101,72	88,40
MNC03-737F-5-4	1095,8	0,69*	13856 ^{ns}	76,15	99,53	91,94	114,48
MNC03-737F-5-9	1371,6	0,79 ^{ns}	20112*	86,41	125,51	112,23	158,27
MNC03-737F-5-10	1296,9	1,37**	39084**	85,69	114,91	113,77	114,95
MNC03-737F-5-11	1154,7	1,16 ^{ns}	43796**	79,67	99,57	101,35	96,30
MNC03-737F-11	981,0	1,22 ^{ns}	20414*	88,46	85,08	88,03	82,03
BRS TUMUCUMAQUE	1158,0	0,61**	11397 ^{ns}	83,24	105,89	98,12	118,60
BRS CAUAMÉ	1046,6	1,13 ^{ns}	376 ^{ns}	95,56	92,86	99,69	84,69
BRS ITAIM	1031,7	0,49**	3859 ^{ns}	73,27	94,63	85,51	111,39
BRS GUARIBA	1002,2	0,99 ^{ns}	3367 ^{ns}	92,23	84,46	92,79	84,53
MÉDIA GERAL	1076,9						

β_0 : média geral (kg ha⁻¹); β_1 : adaptabilidade; $\sigma_{\delta_i}^2$: estabilidade; R²: coeficiente de determinação; ω_{iG} : adaptabilidade geral; ω_{iF} : adaptabilidade a ambientes favoráveis; ω_{iD} : adaptabilidade a ambientes desfavoráveis. ^{ns}Não significativo. ** e *Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t para β_1 , e pelo teste F para $\sigma_{\delta_i}^2$.

Quanto ao método de Annicchiarico (1992), as linhagens de porte semiprostrado (Tabela 3) MNC01-649F-2-1, MNC01-649F-2-11, MNC02-701F-2 e MNC03-736F-6 e de porte semiereto (Tabela 4) MNC03-737F-5-9, MNC03-737F-5-10 e MNC02-675F-9-3 apresentaram índice de recomendação geral (ω_{IG}), índice de recomendação para ambientes favoráveis (ω_{IF}) e índice de recomendação para ambientes desfavoráveis (ω_{ID}) superiores a 100 e, portanto, são as que têm 75% de chance de produzir acima da média em todos os ambientes considerados e devem ser lançadas como cultivares comerciais para o Estado do Amazonas, com destaque para MNC03-736F-6 (semiprostrado) e MNC03-737F-5-9 (semiereto) capaz de superar a média geral, dos ambientes favoráveis e desfavoráveis (Tabela 3).

Nos ambientes favoráveis ($\omega_{IF} > 100$), além dos citados acima, destacaram-se a linhagem MNC02-677F-5 de porte semiprostrado e as linhagens MNC02-683F-1, MNC03-737F-5-1, MNC02-675F-9-2 e MNC03-737F-5-11 de porte semiereto, enquanto que, para os ambientes desfavoráveis, os genótipos mais adaptados a essas condições ($\omega_{ID} > 100$) foram as linhagens MNC02-675F-9-5, MNC02-676F-1 e a cultivar Pingo de Ouro (semiprostrado) e as linhagens MNC03-737F-5-4 e MNC02-676F-3 (semiereto), assim como obtido na metodologia de Eberhart & Russell, além das cultivares BRS Itaim e BRS Tumucumaque, tendo esta também apresentado $\omega_{IG} > 100$.

O conceito de adaptabilidade e estabilidade utilizado no método centroide diferencia-se dos demais, uma vez que o genótipo de máxima adaptação específica não é aquele que apresenta bom desempenho nos grupos de ambientes favoráveis ou desfavoráveis, mas sim o genótipo que apresenta valores máximos para determinado grupo de ambientes (favoráveis e desfavoráveis) e mínimo para o outro conjunto (Rocha et al., 2005).

No método centroide, após a classificação dos ambientes, foram estabelecidos os valores médios dos quatro pontos referenciais (ideótipos), os quais foram acrescidos na análise (Tabela 4). Uma vez estabelecidos os valores médios de cada ideótipo, utilizou-se a análise de componentes principais envolvendo os 20 genótipos iniciais dos ensaios de porte semiprostrado e os 20 genótipos de porte semiereto e quatro outros representativos, que na análise representam os quatro centroides (Tabelas 5 e 6). Freire Filho et al. (2005) e Rocha et al. (2007) também utilizaram a metodologia de componentes principais para avaliar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão-caupi no nordeste brasileiro. Além disso, o estudo da adaptabilidade e estabilidade de genótipos utilizando a metodologia centroide vem sendo bastante utilizada em outras culturas como na soja por Santos et al. (2011) e Barros et al. (2012) e no tomate por Pereira et al. (2012).

O método centroide foi efetivo na indicação de genótipos quanto a seu potencial produtivo, permitindo classificar genótipos não só quanto à adaptabilidade, mas também quanto à estabilidade, fato este também demonstrado por Santos et al. (2011).

Pelo método centroide, a linhagem MNC02-675F-4-9 e a cultivar BR17 Gurguéia de porte semiprostrado (Tabela 5) e a linhagem MNC03-736F-7 de porte semiereto (Tabela 6) apresentaram-se pouco adaptadas aos ambientes avaliados (Grupo IV), assim como verificado na metodologia de Annicchiarico (1992), e somente as linhagens MNC02-677F-5 e MNC02-689F-2-8 (semiprostrado) e a linhagem MNC03-737F-5-10 (semiereto) apresentaram adaptação específica aos ambientes favoráveis (Grupo II). Em relação à classificação dos genótipos adaptados especificamente a ambientes desfavoráveis, as linhagens MNC02-675F-9-5, MNC02-676F-1 e a cultivar Pingo de

Tabela 4. Classificação dos ambientes utilizando-se o índice ambiental e estabelecimento dos ideótipos, baseado pela produtividade de grãos (PG) e calculados pelo método centroide, dos genótipos de feijão-caupi semiprostrado e semiereto, avaliados em cinco ambientes no Amazonas, entre os anos 2010 e 2012.

Table 4. Classification of environments using the environmental index and the establishment of ideotypes, based on the grain yield (PG) and calculated by the centroid method of cowpea genotypes semi-prostrate and semi-erect, evaluated at five environments in the Amazon, from 2010 to 2012.

Porte Semiprostrado								
Locais	Média (kg/ha)	I _j	Produtividade (kg ha ⁻¹)		Ideótipos			
			Máxima	Mínima	I	II	III	IV
1	831,4	-120,43	1186,3	537,1	1186,3	537,1	1186,3	537,1
2	605,8	-346,08	938,5	241,5	938,5	241,5	938,5	241,5
3	548,5	-403,38	722,1	435,3	722,1	435,3	722,1	435,3
4	1483,9	532,02	2041,5	1145,5	2041,5	2041,5	1145,5	1145,5
5	1289,7	337,88	1526,2	1123,1	1526,2	1526,2	1123,1	1123,1
Porte -Ereto								
Locais	Média (kg/ha)	I _j	Produtividade (kg ha ⁻¹)		Ideótipos			
			Máxima	Mínima	I	II	III	IV
1	1161,0	84,11	1520,8	958,3	1520,8	1520,8	958,3	958,3
2	802,5	-274,43	1275,2	437,8	1275,2	437,8	1275,2	437,8
3	672,4	-404,48	1062,4	470,8	1062,4	470,8	1062,4	470,8
4	1517,4	440,47	2027,6	1188,2	2027,6	2027,6	1188,2	118,2
5	1231,2	154,32	1601,2	922,6	1601,2	1601,2	922,6	922,6

Em que: Ideótipo I = adaptabilidade geral (++); Ideótipo II = adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (+-); Ideótipo III = adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (-+); Ideótipo IV = pouco adaptado (- -).

Tabela 5. Produtividade de grãos (PG) e classificação dos 20 genótipos de porte semiprostrado em um dos quatro grupos caracterizados pelos centroides e a probabilidade associada à sua classificação dos genótipos de feijão-caupi, avaliados em cinco ambientes no Amazonas, entre os anos 2010 e 2012.

Table 5. Grain yield (PG) and classification of 20 semi-prostrate genotypes in one of the four groups characterized by the centroid and the probability associated with their classification of cowpea genotypes evaluated in five environments in the Amazon, from 2010 to 2012.

Genótipos	PG (kg ha ⁻¹)	Centroide				
		Grupo	Prob (I)	Prob (II)	Prob (III)	Prob (IV)
MNC01-649F-1-3	961,1	I	0,3930	0,2433	0,2485	0,1152
MNC01-649F-2-1	1072,2	I	0,3577	0,2728	0,2881	0,0814
MNC01-649F-2-11	1060,3	I	0,3573	0,2345	0,3203	0,0878
MNC02-675-4-9	810,9	IV	0,2843	0,2070	0,2049	0,3038
MNC02-675F-9-5	993,9	III	0,3060	0,1625	0,4388	0,0927
MNC02-676F-1	1029,7	III	0,2003	0,1219	0,6058	0,0720
MNC02-677F-2	816,9	I	0,3293	0,2250	0,2071	0,2386
MNC02-677F-5	1021,9	II	0,2105	0,5769	0,1372	0,0755
MNC02-680F-1-2	863,8	I	0,3058	0,2385	0,2361	0,2196
MNC02-689F-2-8	940,3	II	0,3410	0,3430	0,1985	0,1175
MNC02-701F-2	1060,7	I	0,3966	0,2451	0,2776	0,0807
MNC03-736F-2	989,8	I	0,3793	0,2573	0,2616	0,1018
MNC03-736F-6	1199,1	I	0,4243	0,2909	0,2221	0,0627
MNC03-761F-1	871,2	I	0,3892	0,1800	0,2719	0,1588
PINGO DE OURO	929,8	III	0,2916	0,1586	0,4283	0,1214
BRS XIQUÉXIQUE	951,8	I	0,4115	0,2034	0,2682	0,1168
BRS JURUÁ	844,7	I	0,3110	0,2348	0,2082	0,2460
BRS ARACÊ	879,2	I	0,3226	0,2121	0,3020	0,1633
BR17 GURGUÉIA	807,0	IV	0,2737	0,1940	0,2137	0,3186
BRS MARATAOÃ	933,0	I	0,4801	0,1991	0,1997	0,1211

Em que: Ideótipo I = adaptabilidade geral (++); Ideótipo II = adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (+-); Ideótipo III = adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (-+); Ideótipo IV = pouco adaptado (- -).

Tabela 6. Produtividade de grãos (PG) e classificação dos 20 genótipos de porte semiereto em um dos quatro grupos caracterizados pelos centroides e a probabilidade associada à sua classificação dos genótipos de feijão-caupi, avaliados em cinco ambientes no Amazonas, entre os anos 2010 e 2012.

Table 6. Grain yield (PG) and classification of 20 semi-erect genotypes in one of the four groups characterized by the centroid and the probability associated with their classification of cowpea genotypes evaluated in five environments in the Amazon, from 2010 to 2012.

Genótipos	PG (kg ha ⁻¹)	Centroide				
		Grupo	Prob (I)	Prob (II)	Prob (III)	Prob (IV)
MNC02-675F-4-9	990,1	I	0,3359	0,2519	0,2071	0,2050
MNC02-675F-4-2	1054,1	I	0,4339	0,2074	0,2222	0,1392
MNC02-675F-9-2	1070,8	I	0,3686	0,2902	0,2060	0,1352
MNC02-675F-9-3	1131,3	I	0,3882	0,2140	0,2939	0,1039
MNC02-676F-3	1096,4	III	0,3134	0,2184	0,3315	0,1366
MNC02-682F-2-6	950,7	I	0,3777	0,1481	0,2044	0,2274
MNC02-683F-1	1087,1	I	0,3889	0,2678	0,2183	0,1250
MNC02-684F-5-6	1037,1	I	0,4047	0,2179	0,2285	0,1489
MNC03-725F-3	993,7	I	0,3862	0,2084	0,2394	0,1662
MNC03-736F-7	888,3	IV	0,2702	0,1760	0,1815	0,3724
MNC03-737F-5-1	1100,4	I	0,3669	0,2628	0,2367	0,1337
MNC03-737F-5-4	1095,8	I	0,3563	0,1788	0,3539	0,1111
MNC03-737F-5-9	1371,6	I	0,3751	0,2177	0,3374	0,0698
MNC03-737F-5-10	1296,9	II	0,3268	0,3648	0,3097	0,0844
MNC03-737F-5-11	1154,7	I	0,3547	0,2572	0,2826	0,1056
MNC03-737F-11	981,0	I	0,3516	0,2303	0,2325	0,1856
BRS TUMUCUMAQUE	1158,0	I	0,3452	0,2104	0,3309	0,1135
BRS CAUAMÉ	1046,6	I	0,4684	0,2101	0,1862	0,1352
BRS ITAIM	1031,7	III	0,3239	0,1775	0,3404	0,1582
BRS GUARIBA	1002,2	I	0,4147	0,1942	0,2172	0,1739

Em que: Ideótipo I = adaptabilidade geral (++); Ideótipo II = adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (+-); Ideótipo III = adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (-+); Ideótipo IV = pouco adaptado (- -).

Ouro de porte semiprostrado e a linhagem MNC02-676F-3 e a cultivar BRS Itaim de porte semiereto apresentaram maior probabilidade de pertencerem a este agrupamento (Grupo III) (Tabela 5). Esses resultados corroboram com os apresentados pelo método de Eberhart & Russell (1966) e Annicchiarico (1992). Pelúzio et al. (2010) observaram coerência entre as metodologias centroide e Eberhart & Russell (1966), assim como Barros et al. (2012) observaram coerência entre as metodologias centroide e Annicchiarico (1992).

Os demais genótipos apresentaram adaptabilidade geral alta (Grupo I). A linhagem de porte semiprostrado MNC02-689F-2-8 obteve maior valor de probabilidade para adaptabilidade a ambientes favoráveis, de 0,3430, valor muito próximo ao valor de 0,3410 apresentado por esta linhagem para adaptabilidade geral, podendo essa linhagem ser considerada de adaptabilidade geral e aos ambientes favoráveis. Já os genótipos de porte semiereto, linhagem MNC03-737F-5-4 e a cultivar BRS Tumucumaque obtiveram valores de probabilidade para adaptabilidade geral alta de 0,3563 e 0,3452, respectivamente, e próximos aos valores de probabilidade para adaptação específica aos ambientes desfavoráveis de 0,3539 e 0,3309, podendo esses genótipos ser considerados de adaptabilidade geral e aos ambientes desfavoráveis.

4 Conclusões

As metodologias de Eberhart & Russel, Annicchiarico e centroide têm concordância nos resultados e permitem identificar entre os genótipos avaliados os de maior produtividade de grãos, estabilidade e adaptabilidade, considerando-se amplas condições ambientais, o que proporciona maior confiabilidade na classificação das cultivares. As linhagens de porte semiprostrado MNC03-736F-6, MNC01-649F-2-1, MNC02-701F-2 e MNC01-649F-2-11 e as linhagens de porte semiereto MNC03-737F-5-9, MNC03-737F-5-10 e MNC02-675F-9-3 e a cultivar BRS Tumucumaque são as mais promissoras para o cultivo de feijão-caupi no Amazonas, pois aliam estabilidade e adaptabilidade à alta produtividade.

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.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; MELO, A. V.; FIDELIS, R. R.; CAPONE, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja por meio de métodos uni e multivariado. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v. 3, n. 2, p. 49-58, 2012.

BARROS, M. A.; ROCHA, M. M.; GOMES, R. L. F.; SILVA, K. J. D.; NEVES, A. C. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi de porte semiprostrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 4, p. 403-410, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000400008>.

CRUZ, C. D. *Programa Genes: biometria*. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.

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

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>.

FAJARDO, J. D. V.; SOUZA, L. A. G.; ALFAIA, S. S. Características químicas de solos de várzeas sob diferentes sistemas de uso da terra, na calha dos rios baixo Solimões e médio Amazonas. *Acta Amazonica*, v. 39, n. 4, p. 731-740, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000400001>.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q.; LOPES, A. C. A. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi. *Ciência Rural*, v. 35, n. 1, p. 24-30, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000100005>.

LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; COSTA, C. N.; RIBEIRO, A. M. B. Nodulação e produtividade de grãos do feijão-caupi em resposta ao molibdênio. *Revista Ciência Agronômica*, v. 40, n. 4, p. 492-497, 2009.

NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L.; CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Adaptabilidade e estabilidade de clones de guaraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 9, p. 1138-1144, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000900011>.

NUNES, H. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; GOMES, R. L. F. Grain yield adaptability and stability of blackeyed cowpea genotypes under rainfed agriculture in Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, v. 9, n. 2, p. 255-261, 2014. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR212.2204>.

OLADEJO, A. S.; AKINWALE, R. O.; OBISESAN, I. O. Interrelationships between grain yield and other physiological traits of cowpea cultivars. *African Crop Science Journal*, v. 19, p. 189-200, 2011.

PELÚZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; MONTEIRO, F. J. F.; MELO, A. V.; PIMENTA, R. S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 3, p. 427-434, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902010000300015>.

PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; FARIA, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; COSTA, J. G. C.; RAVA, C. A.; WENDLAND, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 1, p. 29-37, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000100005>.

PEREIRA, M. A. B.; AZEVEDO, S. M.; FREITAS, G. A.; SANTOS, G. R.; NASCIMENTO, I. R. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de tomateiro em condições de temperatura elevada. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 2, p. 330-337, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902012000200016>.

PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.

ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; CARVALHO, H. W. L.; BELARMINO FILHO, J.; RAPOSO, J. A. A.; ALCÂNTRA, J. P.; RAMOS, S. R. R.; MACHADO, C. F. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto na região Nordeste do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 9, p. 1283-1289, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000900010>.

ROCHA, M. M.; VELLO, N. A.; LOPES, A. C. A.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; MAIA, M. C. C. Correlações entre parâmetros de adaptabilidade e estabilidade da produtividade de óleo em soja.

Ciência Rural, v. 36, n. 3, p. 772-777, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000300008>.

ROCHA, R. B.; MURO-ABAD, J. I.; ARAUJO, E. F.; CRUZ, C. D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. *Ciência Florestal*, v. 15, n. 3, p. 255-266, 2005. <http://dx.doi.org/10.5902/19805098>.

SANTOS, C. A. F.; BARROS, G. A. A.; SANTOS, I. C.; FERRAZ, M. G. S. Comportamento agrônômico e qualidade culinária de feijão-caupi no Vale do São Francisco. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 3, p. 404-408, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362008000300023>.

SANTOS, E. L.; GARBUGLIO, D. D.; ARAÚJO, P. M.; GERAGE, A. C.; SHIOGA, P. S.; PRETE, C. E. C. Uni and multivariate methods applied to studies of phenotypic adaptability in maize. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 33, n. 4, p. 633-639, 2011. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i4.6953>.

SHIRINGANI, R. P.; SHIMELIS, H. Yield response and stability among cowpea genotypes at three planting dates and test environments. *African Journal of Agricultural Research*, v. 6, p. 3259-3263, 2011. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR11.496>.

SILVA, F. L.; SOARES, P. C.; CARGNIN, A.; SOUZA, M. A.; SOARES, A. A.; CORNÉLIO, V. M. O.; REIS, M. S. Methods of adaptability and stability analysis in irrigated rice genotypes in Minas Gerais, Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 8, n. 2, p. 119-126, 2008. <http://dx.doi.org/10.12702/1984-7033.v08n02a04>.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C.; OLIVEIRA, J. P. R.; SILVA, A. G.; PELÁ, A. Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 2, p. 300-307, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902010000200019>.

Contribuição dos autores: Inocencio Junior de Oliveira realizou os experimentos, a escrita científica e as análises estatísticas; José Roberto Antoniol Fontes realizou os experimentos e a escrita científica; Maurisrael Moura Rocha realizou os experimentos.

Agradecimentos: Ao Programa de Melhoramento Genético de Feijão-Caupi da Embrapa e ao Técnico Agrícola e Médico Veterinário João Batista de Sousa Sales.

Fonte de financiamento: Trabalho contou com financiamento da Embrapa para desenvolvimento da pesquisa.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.