

Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi

Yield adaptability and stability of cowpea

Francisco Rodrigues Freire Filho¹ Maurisrael de Moura Rocha²
Valdenir Queiroz Ribeiro³ Ângela Celis de Almeida Lopes⁴

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e a estabilidade da produtividade de grãos de 15 genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) utilizando o modelo de efeitos principais aditivos e interação multiplicativa. Os ensaios foram conduzidos em 13 ambientes, nos Estados do Piauí e Maranhão, no período de 1999 a 2001. Os resultados mostraram a existência de poucas diferenças entre genótipos, mas os efeitos de ambientes, interação genótipos x ambientes e os três primeiros eixos da análise de componentes principais da interação foram altamente significativos ($P < 0,01$). A análise de componentes principais explicou 72,82% da soma de quadrados da interação genótipos x ambientes. Os genótipos Evx 91-2E e Evx 63-4E apresentam alta adaptabilidade e estabilidade, os quais podem ser cultivados em todos os ambientes do região Meio-Norte (Piauí e Maranhão). Os genótipos Evx 47-6E e Evx 92-49E mostraram-se adaptados a ambientes de baixa produtividade, enquanto que o genótipo Evx 63-10E apresentou a maior média e adaptação específica a ambientes de alta qualidade. Os ambientes Brejo-MA, 2001 e Bom Jesus-PI, 2000 foram os mais previsíveis, enquanto Teresina, PI, 2001 e Baixa Grande do Ribeiro, PI, 2001, altamente instáveis. A interação genótipos x ambientes é variável dentro e homogênea entre os Estados do Piauí e Maranhão em termos de qualidade ambiental.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, feijão-de-corda, feijão macassar, interação genótipo x ambiente, resposta fenotípica.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the grain yield stability and adaptability of 15 cowpea (*Vigna unguiculata*) genotypes using the additive main effects and multiplicative interaction model. The trials were carried out at 13 environments of Piauí and Maranhão, Brazil, from 1999 to 2001. Genotype showed low effect, but environment, genotype x environment interaction, and the first three axes of the principal components analysis were highly significant ($P < 0.01$). The principal components analysis explained 72.82% of the sum of squares of the genotype x environment interaction. Evx 91-2E and Evx 63-4E genotypes showed high adaptability and stability and can be cultivated in all environments. Evx 47-6E and Evx 92-49E genotypes were adapted to low yield environments, while Evx 63 - 10E genotype had the highest yield averages, and specific adaptation to high quality environments. Brejo, MA, 2001, and Bom Jesus, PI, 2000 environments were the most previsible ones, while Teresina, PI, 2001, and Baixa Grande do Ribeiro, PI, 2001, were highly unstable. The genotype x environment interaction is variable inside and homogeneous between the states of Piauí and Maranhão in terms of environmental quality.

Key words: *Vigna unguiculata*, rope bean, macassar bean, genotype x environment interaction, phenotypic response.

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador Embrapa Meio-Norte, CP 01, 64006-220, Teresina, PI. E-mail: freire@cpamn.embrapa.br. Autor para correspondência.

²Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador Embrapa Meio-Norte. E-mail: mmrocha@cpamn.embrapa.br

³Engenheiro Agrônomo, Mestre, Pesquisador Embrapa Meio-Norte. E-mail: valdenir@cpamn.embrapa.br

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Universidade Federal do Piauí, Departamento de Biologia, Centro de Ciências da Natureza, 64049-550, Teresina, PI. E-mail: acalopes@bol.com.br

INTRODUÇÃO

Em programas de melhoramento, especificamente na etapa de lançamento de cultivares, é de fundamental importância o conhecimento da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, visando-se amenizar os efeitos da interação genótipos x ambientes (GxA) e facilitar a recomendação de cultivares. Em feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), vários trabalhos têm sido feitos para estudar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos, com predominância do uso de metodologias que utilizam regressão linear (FINLAY & WILKINSON, 1963; EBERHART & RUSSELL, 1966). Esses estudos têm subsidiado o melhoramento e o lançamento de cultivares de feijão-caupi em vários Estados do Nordeste (FREIRE FILHO et al., 2001; 2002).

Atualmente, têm-se buscado modelos alternativos de análises que expliquem melhor o comportamento de genótipos frente às variações ambientais. Nesse sentido, vem aumentando o uso do modelo de efeitos principais aditivos e interação multiplicativa (AMMI), o qual combina a análise de variância dos efeitos aditivos de genótipos e ambientes com a análise de componentes principais do efeito multiplicativo da GxA (ZOBEL et al., 1988; DUARTE & VENCOVSKY, 1999). FREIRE FILHO et al. (2003) identificaram genótipos de feijão-caupi de porte enramador com adaptação ampla e específica por meio da análise gráfica em biplot (representação gráfica contendo duas categorias de pontos ou marcadores, sendo uma os genótipos e outra os ambientes), utilizando o modelo AMMI. Alguns estudos têm sido feitos comparando o modelo AMMI com a regressão linear e a conclusão predominante é que o primeiro tem sido mais eficiente em explicar a interação GxA (ZOBEL et al., 1988; ROCHA, 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e a estabilidade da produtividade de grãos de 15 genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto e de tegumento mulato utilizando o modelo AMMI.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de produtividade de grãos de genótipos provenientes dos ensaios estaduais de porte semi-ereto e de tegumento mulato do programa de melhoramento de feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Os experimentos foram conduzidos no período de 1999 a 2001, em locais dos Estados do Piauí (PI) e Maranhão (MA). Os

tratamentos consistiram de 15 genótipos (14 linhagens e uma cultivar): Evx41-5E (BR 9-Longá X CNCx1601), Evx42-13E (BR 9-Longá X CNCx926-4E), Evx47-6E (CNCx126-5F X CNCx1601), Evx63-1E (CNCx926-5F X Paulista), Evx63-4E (CNCx926-5F X Paulista), Evx63-8E (CNCx926-5F X Paulista), Evx63-10E (CNCx926-5F X Paulista), Evx63-13E (CNCx926-5F X Paulista), Evx63-14E (CNCx926-5F X Paulista), Evx80-6E/63 (CNC 1735 X F Evx63), Evx83-13E (Paulista X BR 9-Longá), TE93-242-10E-6-1 (Paulista X BR 9-Longá), Evx92-49E (CNC 1735 X F Evx63), Evx91-2E (Evx63A X CNC 1735) e Vita 7 [IITA-NigériaPiauí - Tvx289-4G]. A cultivar Vita 7 foi utilizada como testemunha.

Os ambientes de avaliação consistiram da combinação de local e ano, o que resultou em 13 ambientes: Baixa Grande do Ribeiro, PI, 2000: BG00; Baixa Grande do Ribeiro, PI, 2001: BG01, Barra do Corda, MA, 2000: BC00; Barra do Corda, MA, 2001: BC01; Bom Jesus, PI, 2000: BJ00; Brejo, MA, 2001: BR01; Castelo do Piauí, PI, 2000: CA00; Palmeira do Piauí, PI, 2001: PA01; Sambaíba, MA, 2000: SA00; Sambaíba, MA, 2001: SA01; São Domingos do Azeitão, MA, 1999: SD99; Teresina, PI, 2000: TE00; Teresina, PI, 2001: TE01. Dados de coordenadas geográficas, tipo de solo e pluviosidade média anual dos locais de condução dos experimentos são mostrados na tabela 1.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos completos casualizados, com quatro repetições. A parcela experimental teve dimensão de 2 x 5m e compreendeu quatro fileiras. O espaçamento adotado foi de 0,50m entre fileiras com 10 plantas por metro linear, após o desbaste. A área útil da parcela foi representada pelas duas fileiras centrais.

Os dados de produtividade de grãos foram analisados pelo modelo de efeitos principais aditivos e interação multiplicativa (AMMI), o qual representa um modelo linear e bilinear, compreendendo uma análise integrada onde os efeitos aditivos de genótipos e ambientes foram investigados pela análise de variância e o efeito multiplicativo da interação GxA foi decomposto pela análise de componentes principais. A análise considerou os efeitos de genótipos e ambientes como fixos e o modelo segundo equação:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + a_j + \sum_{k=1}^n \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} + \rho_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que: Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j ; μ é a média geral; g_i e a_j são os efeitos do i -ésimo genótipo e j -ésimo ambiente, respectivamente; λ_k é o k -ésimo valor singular da matriz GxA; γ_{ik} e α_{jk} são os k -ésimos valores singulares correspondentes ao i -ésimo genótipo e j -ésimo ambiente, respectivamente; ρ_{ij} é o

Tabela 1 - Coordenadas geográficas dos municípios, tipo de solo e precipitação média anual (pma) das áreas experimentais, nos estados do Piauí e Maranhão.

Municípios	Altitude(m)	Latitude	Longitude	Tipo de solo ¹	pma (mm)
Baixa Grande do Ribeiro, PI	325	07°50'	45°12'	NQ	1.282,5
Barra do Corda, MA	81	05°31'	42°48'	LA	1.835,5
Bom Jesus, PI	277	09°04'	44°21'	LA	959,6
Brejo, MA	50	03°41'	42°48'	LA	1.835,5
Castelo do Piauí, PI	250	05°20'	41°34'	NF	1.051,5
Palmeira do Piauí, PI	85	08°43'	44°14'	LA	1.339,2
Sambaíba, MA	212	07°08'	45°20'	AA	1.030,0
São Domingos do Azeitão, MA	310	06°49'	44°39'	AA	1.243,4
Teresina, PI	72	05°05'	42°49'	NF	1.360,4

¹AA = Argissolo Amarelo, NF = Neossolo Flúvico, NQ: Neossolo quartzarênico, LA: Latossolo Amarelo.

resíduo da interação GxA; n é o número de eixos ou componentes principais da interação (CPI) retidos pelo modelo; e ε_{ij} é o erro experimental médio.

A seleção do modelo AMMI foi realizada segundo o critério do teste F_R apresentado por PIEPHO (1995), de acordo com a equação:

$$F_{R,n} = (SQ_{GxA} - \sum_{k=1}^n \lambda_k^2) / (f_2 \cdot QM_{\text{ErroMédio}})$$

com $f_2 = (g-1)(a-1)(n-1)$, correspondendo ao número de graus de liberdade associados a cada parcela da interação GxA, sendo g: o efeito de genótipos; a: o efeito de ambientes e n: o número de componentes principais da interação.

Este critério baseia-se na análise do ruído, ou seja, resíduo de cada componente principal que representa a variação aleatória não relacionada com o fenômeno da interação GxA (ZOBEL et al., 1988), sendo selecionado aquele modelo da família AMMI que engloba, pela primeira vez, um eixo em que seu resíduo não seja significativo pelo teste F_R . A interpretação da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos e ambientes foi feita com base na análise gráfica na forma de biplot.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância mostraram que apenas os efeitos de ambientes e interação genótipos x ambientes foram significativos ($P < 0,01$) (Tabela 2). Esse resultado indica que os genótipos apresentaram uma resposta diferencial em função da variação ambiental. Pelo critério do teste F_R (PIEPHO, 1995), o modelo selecionado é o AMMI3, cujo resíduo foi não significativo. O CPI1 explicou 27,30%, o CPI2 25,18% e o CPI3 20,34%. Os três eixos, portanto, explicaram 72,82% da Soma de Quadrados

da interação GxA (SQ_{GxA}). Isto significa que todo o padrão adjacente à interação GxA se concentra nos três primeiros eixos. Segundo ROCHA (2002), nos casos em que existe padrão em mais de dois eixos, a princípio, a representação gráfica em biplot não se justificaria; entretanto, este autor comenta que a análise AMMI apresenta como característica principal a captação da maior parte do padrão nos primeiros eixos. De fato, para esses resultados, 72% desse padrão foi representado pelos dois primeiros eixos. Assim, a interpretação gráfica da estabilidade será feita considerando apenas os biplots com os modelos AMMI1 e AMMI2 (Figuras 1 e 2).

Quatro genótipos apresentaram médias na faixa de 1.300-1.400kg ha⁻¹, nove na faixa de 1.200-1.300kg ha⁻¹ e dois na faixa de 1.100-1.200kg ha⁻¹. Nove genótipos (60% dos genótipos) superaram a média da testemunha Vita 7 (Tabela 3). Com relação aos ambientes, as médias preditas variaram de 455 kg ha⁻¹ (SD99) a 2.803kg ha⁻¹ (SA01).

A interpretação gráfica em biplot foi feita com base na variação devida aos efeitos principais aditivos de genótipos e ambientes e do efeito multiplicativo da interação GxA (Figura 1), bem como apenas com base no efeito multiplicativo da interação GxA (Figura 2). Neste último caso, o efeito da interação GxA é analisado, objetivando confirmar as estabilidades observadas no biplot da figura 1. Observa-se que, praticamente, não há variação em efeitos principais aditivos de genótipos, pois estes se agruparam numa grande coluna central em torno da média geral, indicando que houve variação somente para o efeito multiplicativo da interação GxA (Figura 1). Já os ambientes variaram muito, tanto em efeitos aditivos quanto multiplicativos. Isto mostra que o grupo de genótipos em estudo apresenta poucas diferenças genéticas entre si, enquanto que os

Tabela 2 - Análise de efeitos principais aditivos e interação multiplicativa relacionada à produtividade de grãos (kg ha^{-1}) para 15 genótipos de feijão-caupi semi-erectos de tegumento mulato, testados em 13 ambientes nos estados do Piauí e Maranhão.

Causas de variação	GL	QM	%SQ _{GxA} /CPI ¹	%SQ _{GxA} Acumulada
Genótipos (G)	14	59070,59 ^{ns}	-	-
Ambientes (A)	12	8311932,87**	-	-
G x A	168	43543,90**	-	-
CPI1	25	79895,17**	27,30	27,30
Resíduo _{AMMI}	143	37188,80**		
CPI2	23	80074,87**	25,18	52,48
Resíduo _{AMMI2}	120	28968,98**		
CPI3	21	70865,59**	20,34	72,82
Resíduo _{AMMI3}	99	20081,86 ^{ns}	27,18	100,00
Erro médio/t ²	585	14662,25		

¹Porcentagem da soma de quadrados da interação genótipos x ambientes captada por CPI (componente principal da interação). ²Número de repetições = 4. ^{ns}Não significativo ($P < 0,01$). **Significativo ($P < 0,01$).

ambientes, alta variabilidade. Isso corrobora com os dados observados na Tabela 1, principalmente, em termos de altitude, latitude, tipo de solo e

pluviosidade. Somam-se a esses, os efeitos ambientais imprevisíveis, como os veranicos, que acentuam as irregularidades pluviométricas.

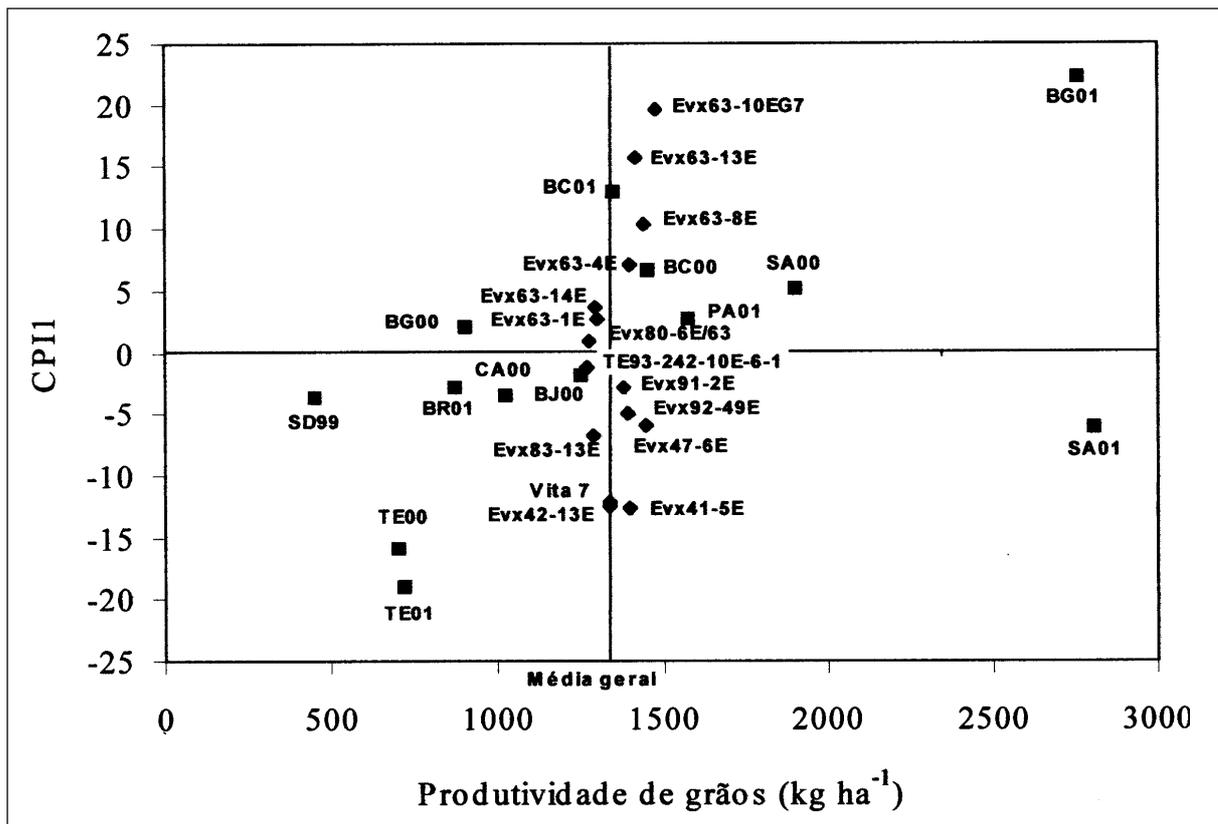


Figura 1 - Primeiro componente principal da interação (CPI1) x produtividade de grãos, de 15 genótipos (◆) de feijão-caupi semi-erectos de tegumento mulato, avaliados em 13 ambientes (■) do Meio-Norte do Brasil (BG00: Baixa Grande do Ribeiro, PI, 2000; BG01: Baixa Grande do Ribeiro, PI, 2001; BC00: Barra do Corda, MA, 2000; BC01: Barra do Corda, MA, 2001; BJ00: Bom Jesus, PI, 2000; BR01: Brejo, MA, 2001; CA00: Castelo do Piauí, PI, 2000; PA01: Palmeira do Piauí, PI, 2001; SA00: Sambaíba, MA, 2000; SA01: Sambaíba, MA, 2001; SD99: São Domingos do Azeitão, MA, 1999; TE00: Teresina, PI, 2000; TE01: Teresina, PI, 2001).

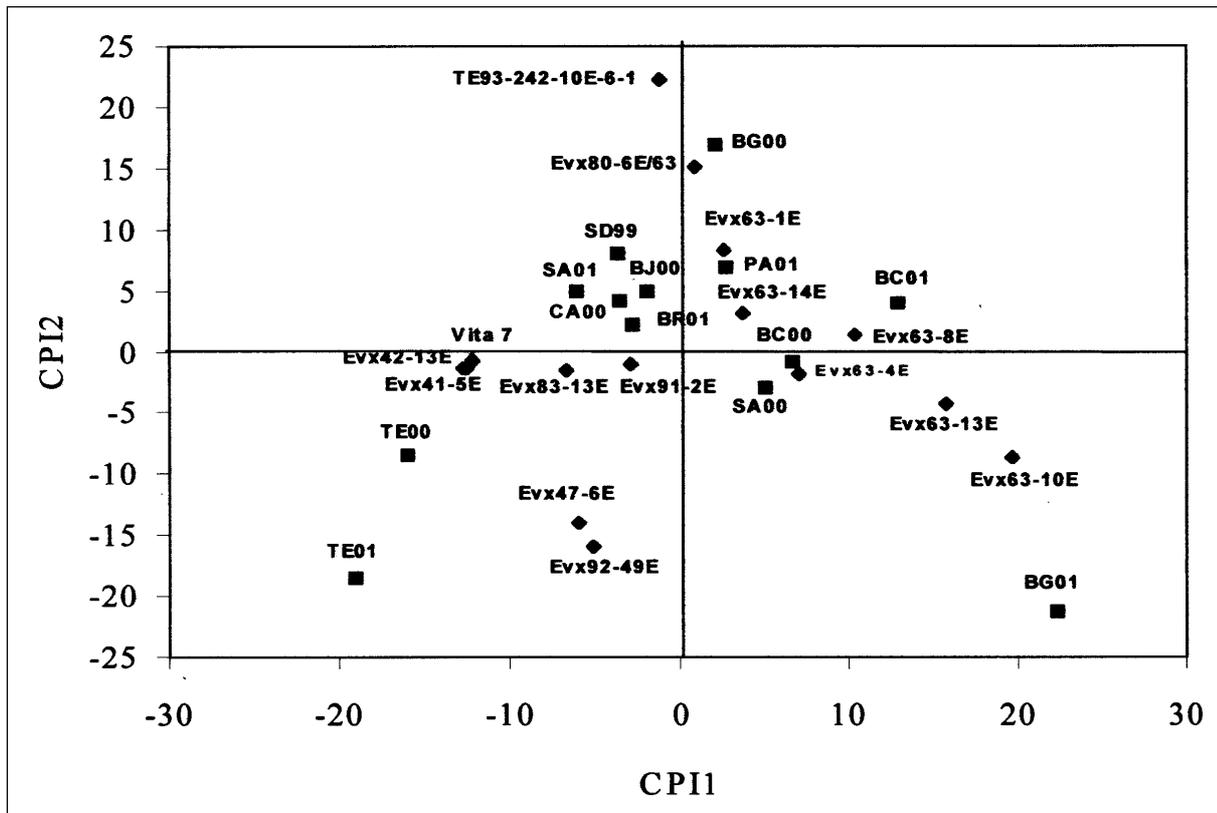


Figura 2 - Primeiro componente principal da interação (CPI1) x segundo componente principal da interação (CPI2), de 15 genótipos (◆) de feijão-caupi semi-erectos de tegumento mulato, avaliados em 13 ambientes (■) do Meio-Norte do Brasil (BG00: Barra do Ribeiro, PI, 2000; BG01: Barra do Ribeiro, PI, 2001; BC00: Barra do Corda, MA, 2000; BC01: Barra do Corda, MA, 2001; BJ00: Bom Jesus, PI, 2000; BR01: Brejo, MA, 2001; CA00: Castelo do Piauí, PI, 2000; PA01: Palmeira do Piauí, PI, 2001; SA00: Sambaíba, MA, 2000; SA01: Sambaíba, MA, 2001; SD99: São Domingos do Azeitão, MA, 1999; TE00: Teresina, PI, 2000; TE01: Teresina, PI, 2001).

Como, para a grande maioria dos experimentos, os coeficientes de variação sugeriram padrão aceitável de precisão experimental na obtenção das médias de produtividades de grãos (Tabela 3), a baixa variabilidade do efeito de genótipos pode ter sido causada pelo parentesco existente entre estes, já que para os genitores BR 9-Longá, Paulista, CNCx1601, CNCx926-5F e CNC 1735 são comuns às genealogias da maioria dos genótipos. Outro fator que pode ter contribuído para a redução da variabilidade genética foi a forte pressão de seleção exercida para aumentar o peso de 100 grãos e outros componentes de produtividade voltados para a qualidade, na fase de avaliação preliminar das linhagens. Baixa variabilidade em feijão-caupi também foi obtida por FREIRE FILHO et al. (2002 e 2003), em estudos sobre adaptabilidade e estabilidade fenotípica compreendendo um grupo de genótipos de porte enramador.

Para efeito de interpretação dos resultados quanto à adaptabilidade e estabilidade,

neste trabalho, a expressão alta adaptabilidade será utilizada como sinônimo de alta produtividade, e a expressão ampla adaptabilidade, como sinônimo de alta estabilidade, conforme FREIRE FILHO et al. (2003). Os genótipos mais produtivos foram Evx41-5E, Evx47-6E, Evx63-4E, Evx63-8E, Evx63-10E, Evx63-13E, Evx92-49E e Evx91-2E, com produtividades acima da média geral (1.365kg ha^{-1}) (Figura 1 e Tabela 3). Desses, os mais estáveis foram, hierarquicamente, Evx91-2E (1º) e Evx63-4E, que também apresentaram superioridade de adaptabilidade e estabilidade em relação à testemunha Vita 7 (Figuras 1 e 2) e, portanto, podem ser cultivados em todos os ambientes estudados.

Foram verificadas similaridades em termos de interação GxA entre os genótipos Evx41-5E, Evx42-13E e Vita 7; entre Evx47-6E e Evx92-49E; entre Evx63-4E e Evx63-8E; e entre Evx80-6E/63 e TE93-242-10E-6-1 (Figura 2). As similaridades entre os genótipos Evx41-5E e Evx42-13E, e entre Evx80-6E/63 e TE93-242-

Tabela 3 - Médias previstas para o caráter produtividade de grãos (kg ha⁻¹) pelo modelo de efeitos principais aditivos e interação multiplicativa, considerando os três primeiros eixos da análise de componentes principais da interação (AMMI3) para 15 genótipos de feijão-caupi semi-erectos de tegumento mulato, testados em 13 ambientes nos estados do Piauí e Maranhão.

Genótipos	Ambiente ¹													Média
	TE00	TE01	CA00	PA01	BJ00	BG00	BG01	SD99	BR01	BC00	BC01	SA00	SA01	
Evx41-5E	1.243	833	1.229	1.577	1.438	992	2.467	478	834	1.418	1.103	2.159	2.336	1.294
Evx42-13E	831	954	1.017	1.506	1.221	809	2.466	477	894	1.334	1.172	1.748	2.969	1.243
Evx47-6E	941	1.167	1.051	1.545	1.256	715	3.017	454	957	1.505	1.323	1.942	2.958	1.345
Evx63-1E	468	446	966	1.577	1.201	965	2.585	456	840	1.395	1.375	1.770	2.868	1.208
Evx63-4E	617	634	1.022	1.618	1.257	913	2.989	452	894	1.533	1.477	1.955	2.823	1.299
Evx63-8E	464	614	1.015	1.687	1.255	973	3.064	524	973	1.587	1.616	1.892	3.082	1.339
Evx63-10E	560	604	1.031	1.683	1.280	903	3.491	428	927	1.701	1.688	2.125	2.780	1.372
Evx63-13E	630	492	1.050	1.650	1.298	949	3.233	407	857	1.621	1.561	2.132	2.578	1.319
Evx63-14E	628	453	998	1.547	1.232	927	2.689	389	780	1.413	1.317	1.922	2.575	1.206
Evx80-6E/63	520	281	1.022	1.600	1.260	1.089	2.359	478	801	1.361	1.317	1.819	2.690	1.186
Evx83-13E	748	765	974	1.476	1.188	790	2.564	394	812	1.336	1.185	1.798	2.760	1.200
TE93-242-10E-6-1	396	226	1.013	1.634	1.252	1.167	2.174	550	845	1.330	1.346	1.692	2.905	1.182
Evx92-49E	922	1.115	1.000	1.482	1.206	643	3.016	378	887	1.460	1.261	1.930	2.828	1.296
Evx91-2E	923	712	1.118	1.587	1.340	950	2.697	456	851	1.461	1.274	2.048	2.558	1.285
Vita 7 ²	616	1.025	927	1.499	1.130	742	2.521	502	953	1.326	1.254	1.559	3.335	1.243
Média	700	688	1.029	1.578	1.254	902	2.756	455	874	1.452	1.351	1.899	2.803	1.365
CV(%)	32,3	35,6	16,9	11,3	16,5	24,0	13,9	36,0	24,5	15,1	15,5	19,6	13,1	21,1

¹Baixa Grande do Ribeiro, PI, 2000: BG00; Baixa Grande do Ribeiro, PI, 2001: BG01; Barra do Corda, MA, 2000: BC00; Barra do Corda, MA, 2001: BC01; Bom Jesus, PI, 2000: BJ00; Brejo, MA, 2001: BR01; Castelo do Piauí, PI, 2000: CA00; Palmeira do Piauí, PI, 2001: PA01; Sambaíba, MA, 2000: SA00; Sambaíba, MA, 2001: SA01; São Domingos do Azeitão, MA, 1999: SD99; Teresina, PI, 2000: TE00; Teresina, PI, 2001: TE01.

²Testemunha.

10E-6-1 também é genética, pois apresentam alto grau de parentesco, já que estes têm um ancestral comum em suas genealogias. Quanto aos demais, a similaridade em termos de interação GxA não foi acompanhada de similaridade genética, a exemplo do resultado obtido por FREIRE FILHO et al. (2003).

Quanto à adaptação específica, destacou-se o genótipo Evx63-10E, que apresentou a maior média (1.372kg ha⁻¹), podendo ser cultivado em ambientes de alta produtividade, como Barra do Corda, MA, 2001 e Baixa Grande do Ribeiro, PI, 2001 (Figura 2 e Tabela 3). Adaptação específica positiva também foi encontrada entre os genótipos Evx80-6E/63 e TE92-242-10E-6-1 com o ambiente BG00, e de Evx63-4E com o ambiente BC00. Os genótipos Evx47-6E e Evx92-49E mostraram-se bem adaptados, no entanto apresentaram alta interação com o ambiente (Figuras 1 e 2 e Tabela 3).

Os ambientes mais estáveis foram BC00, BR01, CA00, BJ00 e SA00 (Figura 2); destes, o ambiente Sambaíba, MA, 2000, foi o mais produtivo. Segundo OLIVEIRA et al. (2003), a estabilidade ambiental tem grande importância, pois informa sobre a confiabilidade no ordenamento dos genótipos em um dado ambiente de teste, em relação à classificação para a média dos ambientes testados. A estabilidade

do local Bom Jesus, PI, e a instabilidade do local Teresina, PI, confirma os resultados obtidos por FREIRE FILHO et al. (2003), em um estudo compreendendo genótipos de feijão-caupi enramador. Como exemplo de ambientes similares quanto à interação GxA, citam-se CA00, BJ00, SD99 e BR01; e BC00 e SA00 (Figura 2). Não houve tendência de agrupamento quanto à interação entre ambientes pertencentes ao Estado do Maranhão ou Piauí, mostrando que a interação foi dissimilar para ambientes dentro de cada Estado.

A interpretação gráfica em biplot na análise AMMI evidenciou que a maioria dos genótipos apresentou interação específica positiva com os ambientes. A análise permitiu selecionar de forma fácil e prática os genótipos mais estáveis e com produtividades acima da média.

CONCLUSÕES

Os genótipos Evx91-2E e Evx63-4E reúnem adaptabilidade e estabilidade e podem ser cultivados em todos os ambientes estudados, enquanto o genótipo Evx63-10E expressa melhor o potencial

genético em ambientes de alta produtividade. A interação genótipo x ambiente é variável dentro e homogênea entre os Estados do Piauí e Maranhão em termos de qualidade ambiental. O local Sambaíba, MA, apresenta adaptabilidade e estabilidade satisfatórias, enquanto o local Teresina, PI, é imprevisível e associado com baixas produtividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DUARTE, J.B.; VENCOVSKY, R. **Interação genótipos x ambientes**: uma introdução à análise AMMI. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60p. (Série Monografias, 9).
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, n.1, p.36-40, 1966.
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.14, n.5, p.742-754, 1963.
- FREIRE FILHO, F.R. et al. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de grãos de genótipos de caupi de porte semi-ereto. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.6, n.2, p.31-39, 2001.
- FREIRE FILHO, F.R. et al. Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos de linhagens de caupi de porte enamador. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.49, n.284, p.383-393, 2002.
- FREIRE FILHO, F.R. et al. Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos de caupi enamador de tegumento mulato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.5, p.591-598, 2003.
- OLIVEIRA, A.B. de et al. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.3, p.357-364, 2003.
- PIEPHO, H.P. Robustness of statistical test for multiplicative terms in the additive main effects and multiplicative interaction model for cultivar trial. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.90, n.3/4, p.438-443, 1995.
- ROCHA, M. de M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. 2002. 174f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- ZOBEL, R.W. et al. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, Madison, v.80, n.3, p.388-393, 1988.