

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) DE PORTE ERETO/SEMI-ERETO NAS MESORREGIÕES LESTE E SUL MARANHENSE

Ricardo de Normandes Valadares

Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia “Melhoramento Genético de Plantas”, UFRPE, Recife, PE
E-mail: rnavaladares@yahoo.com.br * Autor para Correspondência

Maria da Cruz Chaves Lima Moura

Prof. D.Sc. Universidade Federal do Maranhão, UFMA/CCAA, Chapadinha, MA
E-mail: avmmoura@hotmail.com

Antônia Francilene Alves da Silva

Eng.^a Agrônoma

Lindomar Siqueira da Silva

Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia “Melhoramento Genético de Plantas”, UFRPE, Recife, PE
E-mail: lindhomar@oi.com.br

Maria da Conceição da Costa de Andrade Vasconcelos

Eng.^a Agrônoma

Ricardo Gonçalves Silva

Prof. D.Sc. Universidade Federal de São João Del-Rei, UFSJ, São João Del-Rei, MG
E-mail: rgsilva@pq.cnpq.br

RESUMO - Com o objetivo de identificar e avaliar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o rendimento de grãos foram instalados quatro experimentos com 20 genótipos de feijão-caupi de porte ereto/ semi-ereto em quatro municípios do Estado do Maranhão. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m, com uma densidade de 10 sementes por metro linear. Como área útil, foi aproveitada apenas as duas fileiras centrais, onde foi avaliado o peso de grãos por parcela. O rendimento de grãos variou de 745 kg ha⁻¹ a 1,611 kg ha⁻¹, com média geral de 1,015 kg ha⁻¹. As diferenças de ambientes estudados influenciaram no comportamento dos genótipos, tanto na adaptação quanto na previsibilidade fenotípica. Com relação aos genótipos estudados, os MNC99-537F-1, MNC00-533D-8-1-2-2, MNC99-557F-2, MNC01-627F-14-5, MNC03-720C-31 e BRS Guariba associaram um bom potencial produtivo, alta capacidade de adaptação e estabilidade fenotípica. Entre os genótipos com rendimentos de grãos abaixo da média geral, podem ser destacados os genótipos MNC03-720C-20, MNC03-731C-21, IT91K-118-2, Vaina-Blanca e Califórnia Blackeye-27, com alta capacidade de adaptação e altamente previsíveis aos ambientes avaliados.

Palavras-chave : interação genótipo-ambiente, previsibilidade, *Vigna unguiculata*

PHENOTYPIC ADAPTABILITY AND STABILITY IN GENOTYPES COWPEA (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) BEARING ERECT / SEMI-ERECT IN THE REGIONS EAST AND SOUTH MARANHENSES

ABSTRACT - To identify and evaluate the parameters of adaptability and phenotypic stability for grain yield were installed four experiments with 20 genotypes of cowpea to erect / semi-erect in four city of the State of Maranhão. We used the experimental design of randomized 26 blocks with four replications. The experimental plot was constituted by four rows of 5.0 m long, spaced 0.45 m, with a density of 10 seeds per meter. As useful area, was used only the two central rows, which was evaluated the weight of grains per plot. Grain yield ranged from 745kg ha⁻¹ to 1,611 kg ha⁻¹, with overall average of 1,015 kg ha⁻¹. The different environments studied influenced the behaviour of genotypes, both adaptation as the phenotypic predictability. Among the genotypes studied, the MNC99-537F-1, MNC00-533D-8-1-2-2,

MNC99-557F-2, MNC01-627F-14-5, MNC03-720C-31 and BRS Guariba associated high production potential, high capacity to adapt and phenotypic stability. Among the genotypes with yields of grains below average overall, could be posted the genotypes MNC03-720C-20, MNC03-731C-21, IT91K-118-2, Vaina-Blanca and California Blackeye-27, highly adaptable and highly predictable in environments evaluated.

key-words: genotype environment interaction, predictability, *Vigna unguiculata*

INTRODUÇÃO

O feijão caupi ou caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma leguminosa comestível tradicional, dotada de alto conteúdo protéico, boa capacidade de fixar nitrogênio, sendo ainda, pouco exigente em fertilidade de solo. Trata-se, portanto, de alimento básico para a população, estando amplamente adaptada as regiões tropicais úmidas, onde as condições ecológicas são ideais para a sua exploração.

Tendo como habitat as regiões de clima quente (úmida ou semi-árida), o caupi é cultivado, predominantemente, nas regiões norte e nordeste do país. Estas regiões, com características edafoclimáticas distintas – o norte, bastante úmido e coberto de floresta, e o nordeste com o semi-árido e o sertão enquadram-se na faixa de temperatura ideal (entre 18°C a 34°C) para o desenvolvimento do caupi.

O feijão-caupi constitui a principal cultura de subsistência no sertão semi-árido do nordeste e em áreas isoladas da Amazônia, especialmente em regiões onde se instalaram imigrantes nordestinos. Considerado fonte de renda alternativa e alimento básico para sua população, principalmente nas camadas mais carentes, o mesmo ocorrendo em regiões de outros países, exercendo assim a função social de suprir suas necessidades alimentares.

Apesar de sua grande importância sócio-econômica, a cultura do feijão-caupi, cultivados nas mesorregiões leste e sul maranhense, ainda apresentam produtividade média muito baixa, devido a vários fatores: cultivo rudimentar (uso baixa tecnologia), escolha inadequada de cultivares (cultivares de baixa adaptação ou pouco melhoradas) e deficiência hídrica causada pela escassez e irregularidade das chuvas.

No mercado brasileiro existe cultivares de boa aceitação comercial. Entretanto, não há um programa nacional que vise à avaliação e recomendação de cultivares em ambientes específicos.

A cultura de feijão-caupi é altamente dependente de mão-de-obra, e principal fonte de renda para os pequenos produtores. Com desenvolvimento de cultivares adaptados de feijão-caupi na região será um incentivo à produção local, trazendo uma maior oportunidade para a fixação do homem no campo, além da valorização do saber e da cultura dos agricultores aumentando a auto-estima das comunidades.

Os agricultores poderão utilizar em seus plantios, cultivares mais produtivas, bem adaptadas, com boa aceitação comercial e resistentes ou tolerantes às principais doenças e pragas, tornando-se auto-suficientes na produção de grãos de feijão-caupi, ou seja, possam

produzir todos os grãos de feijão-caupi necessários para o consumo e até mesmo gerar algum excedente para a comercialização, aumentando a renda familiar. Ainda, existe a possibilidade de surgir empresas tecnológicas de produção e comercialização de sementes na região com a vantagem competitiva em relação às demais.

Estudos sobre novas opções de cultivares são necessários, pois, geralmente, o produtor tem utilizado, por conta e risco, qualquer semente disponível no mercado fazendo testes empíricos para escolha de cultivares levando a muitas frustrações.

A indicação de cultivares apropriadas proporcionaria a estes produtores uma maior segurança, facilitando a obtenção de crédito e aceitação do produto no mercado.

Em qualquer programa de melhoramento, a fase de avaliação de cultivares é essencial, que visa à identificação e recomendação de cultivares superiores. Uma das formas possíveis de se abordar os dados obtidos nos ensaios de competição de cultivares, diz respeito à análise da interação genótipos x ambientes.

Entretanto, apesar dos estudos dessa natureza serem de grande importância para o melhoramento, não proporcionam informações pormenorizadas sobre o comportamento de cada genótipo frente ao ambiente. Para tal objetivo, os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade tornam-se ferramentas importantes na etapa de avaliação e recomendação de cultivares, pelas quais se torna possível à identificação de cultivares de comportamento previsível e que respondam às variações ambientais, em condições específicas ou amplas (CRUZ et al., 2004).

Assim, o presente trabalho teve por objetivos estimar e avaliar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica no rendimento de grãos em genótipos de feijão-caupi de porte ereto/semi-ereto nas mesorregiões leste e sul maranhense.

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL GENÉTICO

Cada experimento foi composto de 20 genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semi-ereto oriundos do Ensaio Avançado de Porte Semi-Ereto e Ereto (EAE), que corresponde ao Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU), exigido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para avaliação e registro de cultivares.

Esse ensaio é coordenado pela Embrapa Meio-Norte e representa a fase final de avaliação em rede

experimental e reúne as linhagens selecionadas no Ensaio Preliminar de Rendimento (EPR).

ESCOLHA DAS ÁREAS E AMOSTRAGEM DO SOLO

No mês de janeiro do ano de 2007, foi feito a escolha de quatro áreas de agricultores nos municípios das mesorregiões leste e sul maranhense, para a instalação dos experimentos. Deu preferência, às áreas com solos do tipo argilo-arenoso, bem drenado, de fertilidade média a alta,

com elevado teor de matéria orgânica e que apresentou um relevo pouco acidentado, e uma declividade menor ou igual a 10%.

Em abril de 2007, os experimentos foram instalados nos municípios de Buriti, Caxias, Chapadinha e São Raimundo das Mangabeiras, no Estado do Maranhão, com coordenadas geográficas e altitudes descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Coordenadas geográficas e altitude dos ambientes onde foram conduzidos os experimentos de feijão-caupi, no ano agrícola de 2007

Ambientes	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Chapadinha	03°44'30"S	43°21'37"W	105
Caxias	04°51'32"S	43°21'22"W	66
Buriti	03°56'32"S	42°55'30"W	227
São Raimundo das Mangabeiras	07°01'19"S	45°28'52"W	225

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E VARIÁVEIS AVALIADAS

Cada experimento foi composto de 20 tratamentos, no esquema de blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de quatro fileiras de cinco metros de comprimento e a parcela útil às duas fileiras centrais, com espaçamento de 0,50 m entre fileiras e 0,125 m entre plantas dentro das fileiras, representando uma população de 160.000 plantas por hectare, aproximadamente.

Dentro das parcelas experimentais úteis foram tomadas ao acaso, cinco plantas, sob competição similar, para a mensuração dos caracteres fenotípicos: peso de 100 sementes, número de sementes por vagem e número de vagens por planta e etc.

- **Peso de 100 sementes:** foi determinado, em gramas, tomando-se 100 sementes produzidas por cada planta;
- **Número de vagem por planta:** obtido pela contagem do número de vagens de cada planta;
- **Comprimento médio das vagens:** para avaliação do comprimento das vagens foram tomadas 10 vagens aleatoriamente, as quais foram medidas em centímetros com auxílio de régua graduada;
- **Número de grãos por vagem:** o número de sementes por vagem foi obtido após a debulha, dividindo-se a quantidade total de sementes pelo número de vagens colhidas, em cada planta.
Além dos caracteres citados anteriormente, foi avaliado também, em cada parcela o peso de grãos por parcela, determinando-se o teor de água dos grãos para corrigir o peso de grão/parcela para o teor de 13% de umidade. O peso de grãos/parcela foi transformado para peso de grãos/hectare.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Realizou-se a análise de variância conjunta, utilizando-se o Programa GENES (CRUZ, 2006). Após a

análise conjunta para todos os ambientes, foram determinados os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, seguindo a metodologia proposta por Eberhart e Russel (1966), conforme modelo estatístico abaixo:

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + S_{di}^2$$

Onde Y_{ij} = média do genótipo i no ambiente j ; μ_i = média do genótipo i em todos os ambientes; β_i = coeficiente de regressão; I_j = índice de ambiente; S_{di}^2 = desvios da regressão, mais o erro experimental contido em Y_{ij} .

Assim, de acordo com o método proposto por Eberhart e Russell (1966), foi realizada uma análise de regressão, utilizando-se o índice ambiental como variável independente e a produtividade dos genótipos como variável dependente. Desta forma o efeito do ambiente pode ser desmembrado em dois componentes, um linear e outro não-linear.

O coeficiente de regressão (β) está associado ao componente linear, indicando a adaptabilidade do genótipo, ou seja, a capacidade deste genótipo responder à melhoria das condições do ambiente. Assim tem-se que um genótipo tem adaptabilidade geral ou ampla quando $\beta_{li} = 1$, adaptabilidade específica a ambientes favoráveis se $\beta_{li} > 1$, e adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis se $\beta_{li} < 1$.

Os desvios da regressão (S_{di}^2) estão associados ao componente não linear que indica a estabilidade de comportamento do genótipo.

Assim tem-se que um genótipo apresenta estabilidade ou previsibilidade alta quando $S_{di}^2 = 0$ e estabilidade ou previsibilidade baixa se $S_{di}^2 \neq 0$. Eberhart e Russel (1966) consideram um genótipo ideal aquele que apresenta produtividade média alta e coeficiente de regressão $\beta_{li}=1$ e desvios da regressão $S_{di}^2 = 0$.

Como medida auxiliar de avaliação da estabilidade fenotípica usou-se o coeficiente de determinação (R^2) nos casos onde houve uma elevada média de produção e desvio de regressão significativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, encontram-se os valores dos quadrados médios dos genótipos, resultantes das análises de variância em cada ambiente para o rendimento de grãos (kg ha^{-1}).

Tabela 2. Rendimento médio de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), média geral de local (Y_j), média geral de genótipos (Y_i), variâncias dos genótipos (QMG) e variâncias residuais (QMR) e o coeficiente de variação (CV) de 20 genótipos de feijão-caupi do tipo moita, cultivados em quatro municípios do Estado do Maranhão, no ano agrícola de 2007

Genótipos	RENDIMENTO ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)			
	São Raimundo das Mangabeiras/MA	Caxias/MA	Buriti/MA	Chapadinha/MA
MNC00-533D-8-1-2-2	675	1096	1114	2045
MNC99-542F-5	1296	1221	629	1770
MNC99-537F-1	1076	1444	862	1410
MNC99-541F-5	1215	911	606	1807
MNC01-627F-14-5	625	889	744	2240
MNC99-557F-2	842	1038	744	1360
BRS Guariba	1128	1186	631	1383
MNC00-553D-8-1-2-3	682	875	944	1683
MNC03-720C-31	353	999	991	1730
MNC99-537F-4	822	1178	711	1327
Califórnia Blackeye - 27	581	688	700	2043
IT93K-93-10	995	840	616	1515
MNC99-541F-8	1164	891	577	1295
MNC03-720C-20	337	1105	545	1745
IT91K-118-2	560	790	428	1915
TVx-5058-08C	414	1132	607	1520
MNC01-627F-14-2	643	915	662	1255
MNC03-731C-21	445	899	442	1630
MNC03-732C-5	695	950	697	1030
Vaina-Blanca	350	638	782	1520
Média	745 I	984 M	720 I	1611 S
CV (%)	18,7	16,4	12,3	16,2
QMG	380.702,87 **	149.867,00 **	152.083,19 **	376.906,24 **
QMR	19.352,77	25.960,22	7.830,51	68.012,42

**Significativo ($p < 0,01$); S, M e I indicam ambiente superior, médio e inferior, respectivamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O ensaio instalado em Chapadinha apresentou a maior média de rendimento de grãos (1.611 kg ha^{-1}) e os ensaios instalados em São Raimundo das Mangabeiras e Buriti apresentaram as menores médias, 745 e 720 kg ha^{-1} , respectivamente. Tal fato revela a existência de uma ampla variação entre os ambientes avaliados.

O procedimento de análise de variância padrão prevê estimativas da interação genótipo x ambiente. Segundo Smith et al., (1967) e Coimbra et al., (1999), este procedimento revela uma informação relativamente pequena para a estabilidade fenotípica de genótipos nos diferentes ambientes. Desta forma, as diferenças altamente significativas encontradas entre os ambientes confirmaram as divergências ecológicas para o estudo dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica.

Pode-se observar ainda na Tabela 2, que os efeitos de genótipos foram altamente significativos, em nível de 1% de probabilidade pelo teste F, nos ambientes. Os coeficientes de variação variaram de 12,3 a 18,7%, conferindo boa precisão aos experimentos (GOMES,

1990). Valores dessa natureza foram encontrados em outros estudos (TÁVORA et al., 2001; LOPES et al., 2001; FREIRE FILHO et al. 2005, TEIXEIRA et al., 2007).

Os resultados da análise de variância conjunta para o rendimento de grãos dos genótipos testados nos quatro ambientes (Tabela 3) evidenciaram que os efeitos isolados dos genótipos em ambientes apresentaram variações altamente significativas. A magnitude da variância dos quadrados médios revela que as diferenças entre ambientes foram maiores.

Os valores estimados do quadrado médio da interação genótipo x ambiente mostraram variações altamente significativas. Fato este, que demonstra a existência de diferenças entre genótipos quanto a suas respostas frente às variações de ambiente, concordando com Allard e Bradshaw (1964), que comentam a importância das diferenças entre ambientes nos programas de melhoramento. Tal fato é um indicativo de viabilidade de detecção de genótipos estáveis e adaptados.

Tabela 3. Análise de variância conjunta do rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de 20 genótipos de feijão-caupi do tipo moita, cultivados em quatro municípios do Estado do Maranhão, no ano agrícola de 2007

Fontes de variação	GL	Quadrado médio
Ambientes (A)	3	13.773,267**
Genótipos (G)	19	255.732,44**
Interação (GXA)	57	267.942,28**
Ambiente Linear (AL)	1	41.319.802,99**
Genótipo x Ambiente Linear	19	385.342,99**
Desvio Combinado	40	198.779,83**
Resíduo	237	30.931,85

** Significativo (p<0,01).

Ainda na Tabela 3, estão inseridos os resultados da análise de variância para investigar a estabilidade com a decomposição da variância de ambiente dentro dos genótipos em efeitos lineares e não lineares. Assim sendo, o efeito do ambiente pode ser desmembrado em dois componentes, um linear (β_{li}) e outro não linear (S_{di}^2) (EBERHART; RUSSEL, 1966). Os resultados mostram que a magnitude da variância dos efeitos lineares foi significativamente maiores que a dos desvios combinados da regressão.

A significância da interação genótipo x ambiente (linear) revelou a existência de diferença entre os coeficientes de regressão linear dos genótipos avaliados,

possibilitando, assim, através do método proposto, identificar genótipos com maior adaptabilidade, ou seja, com capacidade de responder à melhoria do ambiente, e estabilidade de comportamento da constituição genética avaliada. O parâmetro de estabilidade fenotípica (S_{di}^2), para os autores Gama e Hallauer (1980), é muito importante quando a soma de quadrados da interação genótipos x ambiente (linear) é uma pequena fração do total da interação genótipo x ambiente.

A média geral do genótipo, os coeficientes de regressão, as variâncias dos desvios de regressão e os coeficientes de determinação podem ser observados através da Tabela 4.

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (β_i) e estabilidade fenotípica (S_{di}^2), através do coeficiente de regressão e dos desvios de regressão, rendimento médio de grãos (Y_i) e Coeficiente de determinação (R^2) de 20 genótipos de feijão caupi do tipo moita, cultivados em quatro municípios do Estado do Maranhão, no ano agrícola de 2007

Genótipos	Y_i	β_{li}	S_{di}^2	R^2 (%)
MNC99-537F-1	1198	0,4860**	47.972,171**	52,27
MNC99-537F-4	1009	0,6257 ^{n.s.}	18.000,769*	79,71
MNC99-541F-5	1135	1,0496 ^{n.s.}	101.781,980**	72,20
MNC99-541F-8	982	0,5029*	78.858,220**	43,00
MNC99-542F-5	1229	0,9323 ^{n.s.}	96.136,548**	68,37
MNC00-533D-8-1-2-2	1232	1,3054 ^{n.s.}	54.069,327**	87,69
MNC00-533D-8-1-2-3	1046	0,9941 ^{n.s.}	26.076,38*	88,30
MNC99-557F-2	1086	0,4353**	11.931,618 ^{n.s.}	71,34
MNC01-627F-14-2	869	0,6790 ^{n.s.}	-4.360,015 ^{n.s.}	97,25
MNC01-627F-14-5	1124	1,7805**	20.774,638*	96,63
MNC03-720C-20	933	1,4605**	38.866,872**	92,20
MNC03-720C-31	1018	1,1864 ^{n.s.}	104.047,146**	76,48
MNC03-731C-21	854	1,3423 ^{n.s.}	-2.510,33 ^{n.s.}	98,89
MNC03-732C-5	843	0,3702**	1.632,971 ^{n.s.}	79,07
TVX-5058-09C	918	1,1232 ^{n.s.}	45.790,485**	85,89
IT91K-118-2	923	1,6259**	-1.017,333 ^{n.s.}	99,02
IT93K-93-10	992	0,8258 ^{n.s.}	35.027,736**	80,46
Vaina-blanca	823	1,0858 ^{n.s.}	60.237,751**	81,75
Califórnia Blackeye-27	1003	1,6132**	45.540,832**	92,66
BRS Guariba	1082	0,5758 ^{n.s.}	60.382,122**	55,70
Média Geral	1015			
CV (%)	17,3			

1/**; * Significativo (p<0,01) e p(<0,05), respectivamente e n.s., não significativo.

O rendimento médio de grãos variou de 823 kg ha⁻¹ (Vaina-blanca) a 1.232 kg ha⁻¹ (MNC00-533D-8-1-2-2), com média geral de 1.015 kg ha⁻¹, evidenciando um bom desempenho produtivo dos genótipos nos ambientes

estudados, principalmente dos genótipos MNC99-542F-5, MNC00-533D-8-1-2-2, MNC99-357F-1, MNC01-627F-14-5 e MNC99-541F-5 que obtiveram rendimento médio de grãos de 10,7 a 21,4% acima da média. Os menores rendimentos de grãos foram obtidos pelos genótipos: MNC01-627F-14-2, MNC03-732C-5 e Vaina-blanca que produziram de 15 a 19% abaixo da média geral.

A significância dos desvios combinados da regressão indica que tanto os componentes lineares como não lineares da estabilidade estão envolvidos na performance dos genótipos nos ambientes.

Verifica-se que os genótipos MNC99-537F-4, MNC99-541F-5, MNC99-542F-5, MNC00-533D-8-1-2-2, MNC00-533D-8-1-2-3, MNC01-627F-14-2, MNC03-720C-31, MNC03-731C-21, TVX-5058-09C, IT93K-93-10, Vaina Blanca e BRS Guariba, apresentaram os coeficientes de regressão linear igual à unidade ($\beta_i = 1$) indicando adaptabilidade ampla, no entanto os genótipos MNC99-541F-5, MNC99-542F-5, MNC03-720C-31, MNC00-533D-8-1-2-2, MNC00-533D-8-1-2-3 e BRS Guariba aliaram um coeficiente de regressão linear, igual à unidade ($\beta_i = 1$), com a média acima da média geral.

O genótipo MNC01-627F-14-5 apresentou coeficiente de regressão linear acima da unidade ($\beta_i > 1$) e média superior à média geral sugerindo adaptabilidade a ambientes favoráveis, isto é, esse genótipo seria o ideal se as condições ambientais pudessem ser controladas para alta performance.

O genótipo MNC01-627F-14-5 é o tratamento genético que mais acusa um aumento médio no rendimento de grãos ($\beta_i = 1,7805$), ou seja, incremento de aproximadamente 78 kg ha⁻¹ para cada 100 kg ha⁻¹ devido à melhoria das condições de ambiente entre os ensaios investigados. Por outro lado, para o genótipo MNC03-732C-5, provavelmente não haveria incremento na produtividade de grãos com melhoria das condições de ambiente.

Neste caso, este genótipo é o menos responsivo dentre os 20 genótipos avaliados.

Os genótipos MNC99-537F-1 e MNC99-557F-2 apresentaram coeficiente de regressão linear inferior à unidade ($\beta_i < 1$) e média superior à média geral, indicando adaptabilidade a ambientes desfavoráveis. Falconer (1989) relata que quando um mesmo conjunto de genes se expressa em diferentes ambientes, às diferenças nas respostas podem ser explicadas pela heterogeneidade das variâncias genéticas e ambientais ou por ambas; e, quando diferentes conjuntos gênicos se expressam em ambientes distintos, as diferenças nas respostas explicam-se por uma inconsistência das correlações genéticas entre os valores de um mesmo caráter em dois ambientes.

Rowe e Andrew (1964) sugeriram que as diferenças de estabilidade fenotípica sobre genótipos estão associadas com diferenças genéticas capazes de explorar favoravelmente o ambiente.

Além disso, estes genótipos revelaram altos coeficientes de determinação, indicando que grande parte das variações totais são explicadas pelo modelo adotado.

Com relação aos parâmetros que avaliam a estabilidade fenotípica: coeficiente de determinação (R^2) e os desvios de regressão (S_{dr}^2) observa-se que a maioria dos desvios de regressão (S_{dr}^2) foram estatisticamente significativos, indicando baixa estabilidade.

Em casos como este Pinthus, (1973), recomenda a utilização do coeficiente de determinação R^2 em substituição ao parâmetro (S_{dr}^2), em virtude da alta correlação positiva entre estes dois parâmetros. Analisando os coeficientes de determinação, observa-se que, com exceção dos genótipos MNC99-537F-1 (52,27%), MNC99-541F-5 (72,20%), MNC99-541F-8 (43,00%), MNC99-542F-5 (68,37%), MNC99-557F-2 (71,34%), MNC03-720C-31 (76,48%) e BRS Guariba (55,70%) todos os genótipos apresentaram R^2 próximos ou acima de 80%.

Raizer e Vencovsky (1999) relatam que o coeficiente de determinação superior a 80% representa uma baixa dispersão dos dados indicando alta confiabilidade no tipo de resposta ambiental determinado pelas regressões.

Segundo Cruz e Carneiro (2004) esse valor deve ser utilizado como referencial para que a regressão explique satisfatoriamente o comportamento de um genótipo em função de um ambiente.

Os ambientes São Raimundo das Mangabeiras, Caxias e Buriti foram considerados desfavoráveis, pois apresentaram índice ambiental negativo e médias inferiores à média geral, ao contrário do ambiente Chapadinha considerado favorável apresentando índice ambiental positivo e média superiores a média geral (Tabela 5).

Tabela 5. Média (kg/ha⁻¹) e índice ambiental dos ambientes estudados segundo a metodologia de Eberhart e Russell (1966)

Ambientes	Média (kg.ha ⁻¹)	Índice ambiental
São Raimundo das Mangabeiras	745	-270,11
Caxias	984	-30,78
Buriti	720	-295,27
Chapadinha	1611	596,16

CONCLUSÕES

As diferenças de ambientes estudados influenciaram no comportamento dos genótipos, tanto na adaptação quanto na previsibilidade fenotípica.

Dentre os genótipos estudados, os genótipos MNC99-541F-5, MNC99-542F-5, MNC03-720C-31, MNC00-533D-8-1-2-2, MNC00-533D-8-1-2-3 associaram um bom potencial produtivo, alta capacidade de adaptação e estabilidade fenotípica.

O genótipo MNC01-627F-14-5 é indicado para ambientes favoráveis, ou seja, ambientes cujo índice tecnológico empregado seja alto.

Os genótipos MNC99-537F-1 e MNC99-557F-2 são indicados para ambientes desfavoráveis, ou seja,

ambientes onde não há uso de tecnologia.

Dos 20 genótipos estudados o MNC03-732C-5 Foi o menos responsivo, e o MNC01-627F-14-5 o que melhor respondeu a melhoria do ambiente.

Entre os genótipos com rendimentos de grãos abaixo da média geral, os genótipos MNC03-720C-20, MNC03-731C-21, IT91K-118-2, Vaina-Blanca e Califórnia Blackeye-27, apresentaram alta capacidade de adaptabilidade e se mostraram altamente previsíveis aos ambientes estudados.

REFERÊNCIAS

ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D.; Implications of genotype-environment interaction in applied plant breeding. **Crop Science**, v. 4, n. 6, p. 503-508, 1964.

CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 155p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

COIMBRA, J. L. M.; CARVALHO, F. I. F.; HEMP, S.; SILVA, S. A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de feijão de cor (*Phaseolus vulgaris* L.) em três ambientes distintos. **Ciência Rural**, v. 29, n. 03, p. 441-448, 1999.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: Estatística Experimental e Matrizes**. Viçosa, Editora UFV, 2006. 285 p.

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

EBERHART, R.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. 3. ed. Harlow: Longman, 1989. 438p.

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.

GAMA, E. E. G.; HALLAUER, A. R. Stability of hybrids produced from selected and unselected lines of maize. **Crop Science**, v. 6, n. 5, p. 623-626, 1980.

GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 13 ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

LOPES, A. C. de A.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, R. Q. B. da; CAMPOS, F. L.; ROCHA, M. de M. Variabilidade e correlações entre caracteres agronômicos

em caupi (*Vigna unguiculata*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 515-520, 2001.

PINTHUS, M. J. Estimate of genotypic value: a proposed method. **Euphytica**, v. 22, n. 01, p. 121-123, 1973.

RAIZER, A. J.; VENCOVSKY, R. Estabilidade fenotípica de novas variedades de cana-de26açúcar para o estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 10, p. 2241-2246, 1999.

SMITH, R. R.; BYTH, D. E.; CALDWELL, B. E. Phenotype stability in soybean populations. **Crop Science**, v. 7, n. 4, p. 590-592, 1967.

TÁVORA, F. J. A. F.; NOGUEIRA, S. L.; PINHO, J. L. N. Arranjo e população de plantas em cultivares de feijão-de-corda com diferentes características de copa. **Revista Ciência Agronômica**, v.32, n.1, p. 69-77, 2001.

TEIXEIRA, N. J. P.; MACHADO, C. de F.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; GOMES, R. L. F. Produção, componentes de produção e suas inter-relações em genótipos de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] de porte ereto. **Revista Ceres**, v. 54, n. 314, p. 374-382, 2007.