

Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de vagens e grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

Maurisrael de Moura Rocha¹, Erina Vitória Rodrigues², Fabrício Napoleão Andrade², Francisco Rodrigues Freire Filho¹, Claudia Roberta Ribeiro de Oliveira³ e Valdenir Queiroz Ribeiro¹

Introdução

O feijão-caupi é uma cultura bastante cultivada no semi-árido da região Nordeste do Brasil. A identificação e seleção de genótipos altamente estáveis ou que apresente interação positiva com os ambientes (alta produtividade), representa um dos principais objetivos dos programas de melhoramento. A produção de feijão-caupi para consumo na forma de vagens e grãos verdes (teor de umidade entre 60 e 70%), tradicionalmente conhecido como feijão-verde, representa um mercador bastante promissor na região Nordeste. Estudos investigando o potencial produtivo do feijão-verde têm sido conduzidos (Chattopadhyay et al. [1]; Serpa & Leal et al. [2]; Oliveira et al. [3, 4]; Nascimento et al. [5]). No entanto, trabalhos visando à identificação de genótipos com produtividades de vagens e grão verde estáveis é escasso na literatura. Em estudos de estabilidade da produtividade de grãos secos, a regressão linear de Eberhart & Russell [6] tem sido a metodologia mais utilizada em feijão-caupi (Freire Filho et al. [7]) e, mais recentemente, a análise AMMI (Freire Filho et al. [8]).

O método de Lin & Binns [9] estima a adaptabilidade e estabilidade por meio de um único parâmetro (P_i). Neste, a medida de superioridade do desempenho de um genótipo nos vários ambientes de avaliação, indicada pelos valores $P_{i(f)}$ e $P_{i(d)}$, é medida pelo quadrado médio das distâncias entre o desempenho desse genótipo e o desempenho do melhor genótipo em cada ambiente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade de 12 genótipos de feijão-caupi para produtividade de vagens e grãos verdes.

Material e Métodos

Foram avaliados 12 genótipos (linhagens e cultivares) da Coleção de Trabalho de feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte em três experimentos conduzidos no período seco (julho a setembro) sob condições irrigadas (aspersão), nos anos agrícolas de 2004, 2005 e 2006. Todos os experimentos foram conduzidos no campo experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI. Utilizou-se o delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições. A

parcela experimental foi representada por quatro fileiras de 5m, no espaçamento 0,75 x 0,25 m.

Foram avaliados os seguintes caracteres: produtividade de vagens verdes (PVV), produtividade de grãos verdes (PGV) e índice de grãos verdes (IGV). O índice de grãos verdes mede a razão peso de grãos verdes/peso de vagens verdes.

A análise de adaptabilidade e estabilidade foi realizada pelo método de Lin & Binns [9], com decomposição de P_i , como sugerida por Carneiro [10]. Nessa metodologia, a superioridade do desempenho de um genótipo nos vários ambientes de avaliação, indicada pelos valores $P_{i(f)}$ e $P_{i(d)}$, é medida pelo quadrado médio das distâncias entre o desempenho desse genótipo e o desempenho do melhor genótipo em cada ambiente. Para efeito desta análise, considerou-se como ambiente a combinação de local e ano, resultando em três ambientes (Teresina-2004, Teresina-2005 e Teresina-2006)

Na estimação de $P_{i(f)}$ e $P_{i(d)}$ os ambientes foram previamente classificados em favoráveis (f) e desfavoráveis (d), de acordo com os respectivos índices ambientais codificados, que correspondem à diferença entre a média dos genótipos em cada ambiente, e a média geral do ensaio. Nos ambientes favoráveis, cujos índices assumem valores maiores ou iguais a zero, o estimador $P_{i(f)}$ é definido como:

$$P_{i(f)} = \frac{\sum_{j=1}^f (Y_{ij} - M_j)^2}{2f} \quad \text{em que } P_{i(f)} \text{ é o estimador do}$$

parâmetro de estabilidade e adaptabilidade do i -ésimo genótipo, Y_{ij} é a média dos k -ésimos blocos, referente ao i -ésimo genótipo, no j -ésimo ambiente; M_j , a resposta máxima observada entre todos os genótipos no j -ésimo ambiente; f é o número de ambientes favoráveis.

Do modo análogo, é obtido $P_{i(d)}$, nos ambientes desfavoráveis, cujos índices são negativos e o estimador é

$$\text{definido como: } P_{i(d)} = \frac{\sum_{j=1}^d (Y_{ij} - M_j)^2}{2d} \quad \text{em que: } d \text{ é}$$

número de ambientes desfavoráveis.

Uma vez que M_j é a resposta máxima e $P_{i(f)}$ e $P_{i(d)}$ são os quadrados médios das distâncias em relação a M_j , os

1. Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, Teresina, PI, CEP 64006-220. E-mail: mmrocha@cpamn.embrapa.br

2. Estagiário(a) da Embrapa Meio-Norte e aluno(a) de Graduação/Agronomia/Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Agrícola da Socopo, Teresina, PI, CEP 64049-550. E-mail: erinavict@yahoo.com.br; fabricionapoleao@yahoo.com.br

3. Bolsista FACEPE da Embrapa Meio-Norte e aluno de Graduação/Biologia/UFPI, Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Teresina, PI, CEP 64049-550. E-mail: clacentenari@bol.com.br; gislannebio@yahoo.com.br

Apoio financeiro: FAPEPI e EMBRAPA.

genótipos que mostram os menores valores de $P_{i(f)}$ e $P_{i(d)}$ são os mais estáveis e adaptados a ambientes favoráveis e desfavoráveis, respectivamente.

Todas as análises foram realizadas por meio do programa computacional GENES (Cruz [11]).

Resultados e Discussão

A análise de variância para os caracteres produtividade de vagens verdes (PVV), produtividade de grãos verdes (PGV) e índice de grãos verdes (IGV) é apresentada na Tabela 1. Os efeitos de genótipos e ambientes apresentaram diferenças significativas ($P < 0,01$) e os genótipos comportaram-se diferencialmente frente aos efeitos ambientais. Isso indica a necessidade de se identificar aqueles genótipos que interagem menos com os ambientes (genótipos estáveis) ou aqueles com adaptações específicas positivas a determinado ambiente. Os valores dos coeficientes de variação indicam boa precisão experimental para os três caracteres, considerando que estes são complexos e sofreram alta influência do ambiente, conforme pode ser comprovado pela magnitude do quadrado médio de ambientes, relativamente aos efeitos de genótipos e da interação genótipos x ambientes (GxA).

As estimativas de médias e da adaptabilidade e estabilidade, segundo a metodologia de Lin & Binns [9] para os caracteres PVV, PGV e IGV, são apresentadas na Tabela 2. A cultivar BRS Paraguaçu destacou-se por apresentar maior produtividade de vagens verdes (4.366 kg ha^{-1}), produtividade de grãos verdes (2.775 kg ha^{-1}), índice de grãos (0,63%) e adaptabilidade e estabilidade (valores menores de P_i (geral) e $P_{i(f)}$ e $P_{i(d)}$). Isso indica que essa cultivar pode ser cultivada em todos os ambientes estudados, particularmente às condições de Teresina, PI. Outros genótipos que também se destacaram foram: MNC99-541F-15, sendo mais indicada para ambientes favoráveis (segundo menor valor de $P_{i(f)}$ para PVV e PGV); MNC99-541F-18, sendo mais indicado para ambientes desfavoráveis, igualmente a cultivar BRS Guariba (menores valores de $P_{i(d)}$). Estes são os mais indicados para o pequeno produtor que, utilizam baixa tecnologia no sistema de produção. O genótipo TE96-290-12G destacou-se em adaptabilidade e estabilidade para o caráter IGV (segundo menor valor para as estimativas de P_i 's).

Os resultados indicam que a cultivar BRS Paraguaçu é altamente previsível, podendo ser cultivada em

diferentes ambientes, tanto pelo pequeno, como o médio e grande produtor de feijão-verde.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEPI, pelo auxílio financeiro de parte desta pesquisa; à EMBRAPA pela auxílio financeiro, infra-estrutura e recursos humanos; e à UFPI pelo auxílio em recursos humanos (alunos de graduação) na condução dos experimentos.

Referências

- [1] CHATTOPADHYAY, A.; CHAKRABORTY, K.; DASGUPTA, T.; HAZRA, P.; SOM, M. G. 1996. Evaluation of genotypes for agronomic and morphological characters in vegetable cowpea. *Indian Journal of Horticulture*, v.53, n. 4, p.304-308.
- [2] SERPA, J. E. & LEAL, M.L.S. 1999. Produtividade de vagens verdes e de grãos secos de linhagens de caupi, em áreas dos tabuleiros costeiros de Sergipe. *Revista Científica Rural*, v.4, n.1, p.92-101.
- [3] OLIVEIRA, A.P.; TAVRES-SOBRINHO, J.; NASCIMENTO, J.T.; ALVES, A.U.; ALBUQUERQUE, I.C.; BRUNO, G.B. 2002. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Areia, PB. *Horticultura Brasileira*, v.20, n.2, p.180-182.
- [4] OLIVEIRA, A.P.; SILVA, V.R.F.; ARRUDA, F. P.; NASCIMENTO, I.S. 2004. Rendimento de feijão-caupi em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, v.21, n.1, p.77-80.
- [5] NASCIMENTO, J.T.; PEDROSA, M.M.; TAVARES-SOBRINHO, J. 2004. Efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão-caupi, vagens e grãos verdes. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.2, p.174-177.
- [6] EBERHART, S.A. & RUSSELL, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, v.6, n.1, 36-40.
- [7] FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, M.M.; LOPES, A.C.A. 2002. Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos de linhagens de caupi de porte enramador. *Revista Ceres*, v.49, n.284, p.383-393.
- [8] FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M.M.; RIBEIRO, V.Q.; LOPES, A.C.A. 2002. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi. *Ciência Rural*, v.35, n.1, p.24-30.
- [9] LIN, C.S. & BINNS, M.R. 1988. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, v.68, n.1, p.1293-1298
- [10] CARNEIRO, P.C.S. 1998. Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, UFV, Viçosa, 168p.
- [11] CRUZ, C.D. 1997. Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV. 442p.

Tabela 1. Análise de variância conjunta para os caracteres produtividade de vagens verdes (PVV), produtividade de grãos verdes (GV) e índice de grãos verdes (IGV) de doze genótipos de feijão-caupi avaliados em três ambientes (Teresina-irrigado-2004, Teresina-irrigado-2005 e Teresina-irrigado-2006). Teresina, PI, 2006.

Fonte de Variação	GL	PVV (kg ha^{-1})			PGV (kg ha^{-1})			IGV (%)		
		Quadrado médio	Valor de F	Pr > F	Quadrado médio	Valor de F	Pr > F	Quadrado médio	Valor de F	Pr > F
Blocos/A	9	1.707.257	2,3	0,0235	565.034	2,1	0,0367	0,0071	6,8	0,0001

Genótipos (G)	11	7.358.185	9,9	0,0001	3.098.076	11,5	0,0001	0,0134	12,9	0,0001
Ambientes (A)	2	148.533.603	197,8	0,0001	52.436.402	194,6	0,0001	0,0857	81,6	0,0001
Interação G x A	22	4.938.618	6,5	0,0001	1.881.203	6,9	0,0001	0,0030	2,9	0,0002
Resíduo	99	752.537			269.437			0,0011		
CV (%)			24,31			25,17			5,71	

Tabela 2. Médias e estimativas de estabilidade (P_i), segundo metodologia de Lin & Binns (1988), para os caracteres produtividade de vagens verdes (PVV), produtividade de grãos verdes (GV) e índice de grãos verdes (IGV) de doze genótipos de feijão-caupi avaliados em três ambientes (irrigado-2004, irrigado 2005 e irrigado-2006). Teresina, PI, 2006.

Genótipos	PVV (kg ha ⁻¹)				PGV (kg ha ⁻¹)				IGV (%)			
	Média	Pi (geral)	Pi (f)	Pi (d)	Média	Pi (geral)	Pi (f)	Pi (d)	Média	Pi (geral)	Pi (f)	Pi (d)
TE96-290-12G	3.552	1.524.011	2.219.968	132.098	2.230	366.670	514.285	71.442	0,62	0,0003	0,0002	0,0003
MNC99-541F-15	4.166	668.788	970.962	64.440	2.502	280.761	398.792	44.700	0,60	0,0017	0,0043	0,0005
MNC99-541F-18	4.350	728.006	1.075.369	33.282	2.423	358.374	511.801	51.520	0,56	0,0036	0,0041	0,0034
MNC99-541F-21	3.497	1.643.493	2.289.679	351.122	1.908	748.538	1.025.152	195.312	0,55	0,0045	0,0043	0,0047
MNC99-542F-5	4.059	758.328	1.110.102	54.780	2.241	357.633	506.521	59.858	0,55	0,0044	0,0053	0,0039
MNC99-542F-7	3.330	1.877.447	2.616.362	399.618	2.150	592.536	791.149	195.312	0,58	0,0021	0,0045	0,0009
BRS Paraguaçu	4.366	436.720	655.081	0	2.775	46.486	69.729	0	0,63	0,0002	0,0000	0,0002
Olho de Pomba-10	3.385	4.052.982	6.056.521	45.904	1.985	1.266.470	1.863.225	72.962	0,54	0,0048	0,0025	0,0059
BRS Guariba	3.934	1.214.664	1.818.516	6.962	2.253	432.652	633.102	31.752	0,55	0,0034	0,0025	0,0039
Vagem Roxa -JF	2.522	4.426.458	6.552.072	175.232	1.329	1.818.959	2.662.132	132.612	0,52	0,0069	0,0102	0,0053
Vagem Roxa The-2	1.667	7.892.607	11.689.529	298.764	896	2.845.921	4.179.182	179.400	0,53	0,0071	0,0158	0,0028
BRS Milênio	3.644	1.467.943	2.180.158	43.512	2.067	608.984	886.416	54.120	0,56	0,0040	0,0075	0,0023
Média geral	3.568				2.062				0,57			