

Adaptabilidade e Estabilidade Produtiva de Genótipos de Feijão-caupi ao Semiárido Piauiense

Maurisrael de Moura Rocha¹, José Tadeu Santos de Oliveira², Kaesel Jackson Damasceno e Silva¹, Francisco Rodrigues Freire Filho¹, Fábio Ribeiro Barros³ e Erina Vitória Rodrigues⁴.

Resumo

O feijão-caupi ou feijão-de-corda (*Vigna unguiculatada* L. Walp.) é a espécie de feijão de maior importância socioeconômica nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Este trabalho teve como objetivo avaliar para adaptabilidade e estabilidade genótipos de feijão-caupi com potencial para o mercado do semiárido piauiense. Foram avaliados 20 genótipos de feijão-caupi em quatro municípios do semiárido piauiense, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Os dados de produtividade de grãos foram submetidos a análises de variância e a adaptabilidade e estabilidade investigada por meio da análise de componentes principais e interação multiplicada-AMMI. Os genótipos e os ambientes diferiram entre si e houve comportamento diferencial dos genótipos frente às variações ambientais de locais. As linhagens melhoradas apresentam maior produtividade de grãos, relativamente às cultivares melhoradas e, estas, em relação às cultivares tradicionais. O local Assunção do Piauí é o mais estável com as variações ambientais, relativamente aos demais locais. As linhagens MNC01-611F-11, MNC01-614F-15 e MNC01-649E-2 mostraram alta adaptabilidade ao semiárido piauiense. A cultivar Paulistinha e a linhagem MNC01-631F-15 reúnem genes para adaptabilidade e estabilidade ao semiárido piauiense e apresentam potencial, respectivamente, para os mercados do feijão-caupi tipo canapu e mulato.

Introdução

O feijão-caupi, feijão-de-corda ou feijão-macassar constitui-se em um dos principais componentes da dieta alimentar das populações das regiões Nordeste e Norte do Brasil, especialmente na zona rural, sendo o seu cultivo responsável pela geração de milhares de empregos diretos e renda (Freire Filho et al. 2005). Contribui com 35,6% da área e 15% da produção de feijão no Brasil (Damasceno-Silva 2009). É a segunda leguminosa em importância econômica no Estado do Piauí, ocupando uma área de 204.961 ha, uma produção de 32.761 t., apresentando uma produtividade média de grãos em nível de lavoura de 160 kg ha⁻¹ em condições de sequeiro (primeira safra) e de 645 kg ha⁻¹ em condições irrigadas (segunda safra) (IBGE 2010). A baixa produtividade de grãos do feijão-caupi de sequeiro é devido à baixa utilização de cultivares melhoradas em detrimento das cultivares tradicionais, baixo uso de tecnologia no manejo da lavoura e as condições climáticas desfavoráveis (Rocha et al. 2008; Damasceno-Silva 2009).

A integração da estabilidade com a produtividade de grão é importante quando a finalidade é selecionar genótipos com ampla adaptabilidade e alta estabilidade (Aremu et al. 2008). A adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão-caupi têm sido avaliadas por meio de várias metodologias, sendo comum a regressão linear de Eberhart and Russel (1966). No entanto, têm aumentado o uso de metodologias que utilizam modelos multivariados, tais como a análise de efeitos principais aditivos e interação multiplicativa-AMMI (Gauch and Zobel, 1996) e GGE biplot (Yan 2001). A avaliação e identificação de genótipos com alta adaptabilidade e estabilidade tem sido o foco de vários trabalhos conduzidos no Brasil (Freire Filho et al. 2003 and 2005; Rocha et al. 2007) e na África (Asio et al. 2005; Akande et al. 2007; Aremu et al. 2008).

Este trabalho teve como objetivo avaliar e selecionar genótipos de feijão-caupi para o cultivo em condições de sequeiro no semiárido piauiense.

Material e Métodos

O material experimental consistiu de 20 genótipos de feijão-caupi, sendo 11 cultivares locais (1-Canapuzino, 2-Canapuzinho-02, 3-Canapu-BA, 4-Cojá-1, 5-Cojó-4-4, 6-Cojó-4-10, 7-Inhuma, 8-Paulistinha, 9-Pingo-de-Ouro-1-2, 10-Pingo-de-Ouro-2 e 20-Canapu-PI), seis linhagens (11-MNC99-510F-16-3, 12-MNC01-611F-11, 13-MNC01-614F-15, 14-MNC01-631F-15, 15-MNC01-631F-20-5 e 16-MNC01-649E-2), três cultivares melhoradas (17-BRS Marataoã, 18-BR 17-Gurguéia e 19-BRS Xiquexique). Os genótipos pertencem às subclasses comerciais: canapu (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 20), mulato (11, 16, 17 e 18),

¹Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, Teresina, PI, CEP 64006-220. E-mail: mmrocha@cpamn.embrapa.br, kaesel@cpamn.embrapa.br, freire@cpamn.embrapa.br; ²Engenheiro Agrônomo do Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Piauí, R. João Cabral, 2319, B. Cabral, Teresina, PI, CEP 64002-150. E-mail: oliveiratadeu@yahoo.com.br; ³Bolsista da Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, Teresina, PI, CEP 64006-220. E-mail: fabio@agronomo.eng.br; ⁴Mestranda da Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Reis Veloso, B. Ininga, Teresina, PI, CEP 64049-550. E-mail: erinavict@hotmail.com

sempre-verde (11, 16, 17 e 18) e branca (19). A cultivar tradicional Canapu-PI, atualmente o tipo comercial mais cultivado pelos agricultores no semiárido piauiense, foi utilizada como testemunha em todos os ensaios.

Os ensaios foram conduzidos nos municípios de Alagoinha do Piauí, Assunção do Piauí, Campo Grande do Piauí e São João do Piauí, no ano de 2009. Esses municípios pertencem ao estado do Piauí, localizados no ecossistema Caatinga e apresentam clima semiárido. Estes foram delineados em blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas tiveram as dimensões de 3,2 m x 5,0 m. O espaçamento utilizado foi de 0,80 m entre fileiras e de 0,25 m entre plantas dentro da fileira. As parcelas foram compostas por quatro fileiras, sendo as duas centrais usadas como área útil. Foram colocadas quatro sementes por cova e aos 20 dias após a semeadura foi realizado o desbaste para duas plantas por cova.

As análises de adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos dos genótipos foram implementadas por meio do modelo de efeitos aditivos principais e interação multiplicativa-AMMI (Gauch and Zobel 1996; Duarte and Vencovsky 1999) e a interpretação realizada por meio de representação gráfica em biplot (Gabriel, 1971). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAS (SAS Institute 1997).

Resultados e Discussão

Embora a interação GA tenha sido decomposta em três componentes principais da interação (CPI), apenas os dois primeiros (AMMI1 e AMMI2) tiveram seus resíduos significativos pelo teste F_R ($P < 0,01$) (Tabela 1). Com base nesse resultado, segundo Rocha et al. (2007), a adaptabilidade e a estabilidade podem ser interpretadas com base apenas na variação da interação GA presente nos CPI1 e CPI2, sendo necessário utilizar os biplots AMMI1 e AMMI2.

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta com a decomposição AMMI da interação genótipos x ambientes para o caráter produtividade de grãos. Feijão-caupi, semeaduras em 27/01/2009 (Alagoinha do Piauí), 04/02/2009 (Assunção do Piauí), 27/01/2009 (Campo Grande do Piauí) e 11/02/2009 (São João do Piauí). Piauí, 2009.

Fontes de variação	G.L.	Q. M.	%EI
Genótipos (G)	19	191713,44**	-
Ambientes (A)	3	165758,03**	-
Interação G x A	57	34829,57**	-
CPI1(AMMI1)	21	45306,23**	47,92
Resíduo _{AMMI1}	36	28718,24**	-
CPI2(AMMI2)	19	30912,08**	29,58
Resíduo _{AMMI2}	17	26266,29 ^{ns}	-
Erro médio/r ¹	228	7969,40	-

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. ^{ns} não significativo pelo teste F. 1: número de repetições.

%EI: porcentagem explicada pelo componente principal da interação.

Os genótipos variaram bastante, conforme observado no sentido horizontal do biplot AMMI1 (Figura 1), confirmando a alta variabilidade destes. Os efeitos de ambientes (locais) também foram bastante variáveis, segundo mostrado no sentido vertical do biplot AMMI1 e em todo o biplot AMMI2 (Figura 2), evidenciando efeito marcante dos fatores edafoclimáticos entre os locais de avaliação.

Os genótipos mais adaptados aos ambientes avaliados foram: 12 - MNC01-611F-11, 13 - MNC01-614F-15 e 16 - MNC01-649E-2 (os mais produtivos, circulos em azul na Figura 1). As linhagens melhoradas mostraram maior produtividade de grãos, relativamente às cultivares melhoradas e, estas, em relação às cultivares tradicionais. Do total de genótipos, 82,35% apresentaram produtividade de grãos acima da testemunha Canapu-PI ($MT = 525 \text{ kg ha}^{-1}$).

Os genótipos mais estáveis (circulos em vermelho nas Figuras 1 e 2), aqueles com escores entre -5 e 5 (linha horizontal central do biplot AMMI1 e os mais próximos do cruzamento dos escores zero no biplot AMMI2, que apresentaram menor interação GA, foram: 14 (MNC01-631F-16-3) e 8 (Paulistinha). Os genótipos mais instáveis foram 4, 6 e 20, circulos em marrom nas Figuras 1 e 2. Embora os genótipos 9 e 18 exibiram alta estabilidade pelo biplot AMMI1 (Figura 1), esta não foi confirmada no biplot AMMI2, sendo mais segura optar pela estabilidade evidenciada no biplot AMMI2, pois engloba 77,51% da variação da interação (Tabela 1). Segundo Duarte and Vencovsky (1999), essa variação significativa (Tabela 1) representa 100% da variação padrão, que tem importância agronômica, já a variação remanescente (22,49%), não significativa, representa ruídos e sem importância agronômica.

O local Assunção do Piauí (ASS) foi o mais estável (círculo verde, Figuras 1 e 2), pois foi o que interagiu menos com os fatores ambientais, já o local Campo Grande do Piauí (CAM), o mais instável (círculo laranja,

Figuras 1 e 2). Adaptações específicas entre genótipo e ambiente foram evidenciadas entre os genótipos 18 (BR 17-Gurguéia), 5 (Cojó-4-4) e 17 (BRS Marataoã) com o local ASS e entre o genótipo 4 (Cojó-1) e o local ALA (Figura 2). Adaptação específica da cultivar BR 17-Gurguéia também foi evidenciada por Freire Filho et al. (2003) em outro estudo sobre adaptabilidade e estabilidade envolvendo genótipos de feijão-caupi de porte prostrado.

Observa-se que os genótipos mais produtivos (12, 13 e 16), não foram os mais estáveis (8 e 14). No entanto, a linhagem 12 - MNC01-611F-11 é a que mais reuniu simultaneamente genes para adaptabilidade e estabilidade, pois foi a mais produtiva (Figura 1) e a terceira mais estável (Figura 2). O biplot AMMI1 (Figura 1) foi capaz de agrupar muitos genótipos de acordo com o background genético; é o caso dos genótipos 12, 13 e 16 (linhagens melhoradas) e dos genótipos 4, 6 e 20 (cultivares tradicionais).

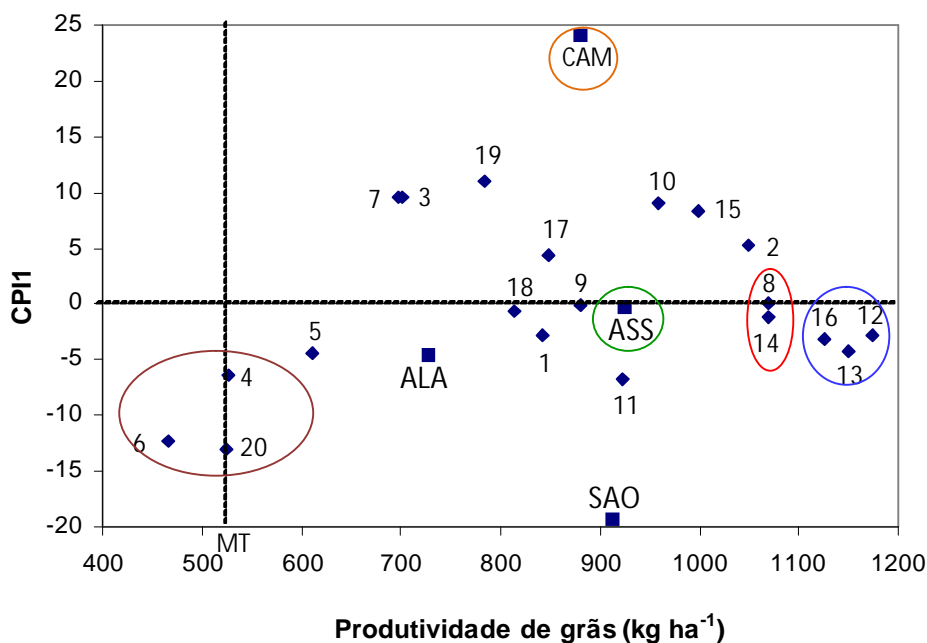


Figura 1. Biplot AMMI1: primeiro componente principal (CPI1) x produtividade de grãos (kg ha^{-1}), de 20 genótipos (•) de feijão-caupi, avaliados em quatro ambientes (•) do semiárido piauiense. Alagoinha do Piauí, PI, 2009: ALA; Assunção do Piauí, PI, 2009: ASS; Campo Grande do Piauí, PI, 2009: CAM; e São João do Piauí, PI, 2009: SÃO. MT: média da testemunha.

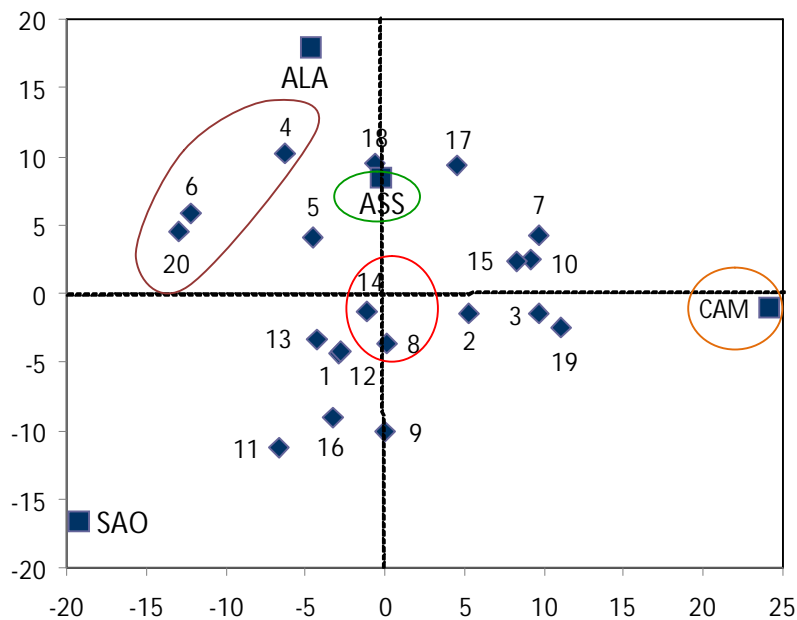


Figura 2. Biplot AMMI2: primeiro componente principal da interação (CPI1) x segundo componente principal da interação (CPI2), de 20 genótipos (•) de feijão-caupi, avaliados em quatro ambientes (•) do semiárido piauiense. Alagoinha do Piauí, PI, 2009: ALA; Assunção do Piauí, PI, 2009: ASS; Campo Grande do Piauí, PI, 2009: CAM; e São João do Piauí, PI, 2009: SÃO.

Conclusões

As linhagens MNC01-611F-11, MNC01-614F-15 e MNC01-649E-2 apresentam alta adaptabilidade ao semiárido piauiense.

A cultivar Paulistinha e a linhagem MNC01-631F-15 reúnem genes para adaptabilidade e estabilidade ao semiárido piauiense e apresentam potencial, respectivamente, para os mercados do feijão-caupi tipo canapu e mulato.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq pela concessão de bolsa de apoio técnico e apoio financeiro; aos funcionários do setor de caupi da Embrapa Meio-Norte pelo auxílio na condução dos ensaios.

Referências

- Akande SR (2007) Genotype by environment interaction for cowpea seed yield and disease reactions in the forest and derived savanna agro-ecologies of south-west Nigeria. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science** 2:163-168.
- Aremu CO, Adebayo MA, Adeniji OT (2008) Seasonal performance of cowpea (*Vigna unguiculata*) in humid tropics using GGE biplot. Analysis. **World Journal of Biological Research** 1:8-13.
- Asio MT, Asiru DSO, Adipala E (2005) Multilocational evaluation of selected local and improved cowpea lines in Uganda. **African Crop Science Journal** 13: 239-247.
- Damasceno-Silva KJ (2009) Estatística da produção do feijão-caupi no Brasil. **Grupocultivar**. Available at 2010. <http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/estatistica.pdf>. Accessed in September 2010.
- Duarte JB and Vencovsky R (1999) **Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise AMMI**. SBG, Ribeirão Preto. 60p.
- Eberhart SA and Russel WA (1966) Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science** 6: 36-40.
- Freire Filho FR, Ribeiro VQ, Barreto PD, Santos AA (2005) Melhoramento genético. In: Freire Filho FR, Lima JAA, Ribeiro VQ. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. p.27-92.
- Freire Filho FR, Ribeiro VQ, Rocha MM, Lopes ACA (2003) Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos de genótipos de caupi enramador de tegumento mulato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 38: 591-598.
- Gabriel KR (1971) The biplot-graphical display of matrices with applications to principal component analysis. **Biometrika** 58: 453-467.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Piauí. 2010. Available at 2010. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa>. Accessed in September 2010.
- Gauch HG and Zobel RW (1996). AMMI Analysis of yield trials. In: Kang MS and Gauch HG. **Genotype-by-environment interaction**. CRC Boca Raton, Florida.
- Rocha MM, Freire Filho FR, Ribeiro VQ, Carvalho HWLC, Belarmino Filho J, Raposo JAA, Alcântara JP, Ramos SRR, Machado CF (2007). Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto na região Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 42: 1283-1289.
- Rocha MM, Oliveira JTS, Freire Filho FR, Câmara JAS, Ribeiro VQ, Oliveira JA (2008) **Purificação genética e seleção de genótipos de feijão-caupi para a região semi-árida piauiense**. Embrapa Meio-Norte, Teresina. 28p. (Embrapa Meio-Norte. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 84).
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (1997) **SAS/STAT software: changes and enhancements through release 6.12. (software)**. SAS INSTITUTE, Cary. 1167p.
- Yan, W (2001) GGEbiplot - a Windows application for graphical analysis of multienvironment trial data. **Agronomy Journal** 94: 1396-1401.