



ISSN 0104-866X  
Dezembro, 2001

---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Avanços Tecnológicos no Feijão Caupi**

**V Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi**  
4 a 7 de dezembro de 2001

## **Anais**

### **Organizadores:**

**Francisco Rodrigues Freire Filho**  
Embrapa Meio-Norte

**Valdenir Queiroz Ribeiro**  
Embrapa Meio-Norte

**Aderson Soares de Andrade Júnior**  
Embrapa Meio-Norte

**Edson Alves Bastos**  
Embrapa Meio-Norte

**Embrapa Meio-Norte**  
Teresina, PI  
2001

**Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:**

**Embrapa Meio-Norte**  
Av. Duque de Caxias, 5650  
Telefone: (86) 225-1141  
Fax: (86) 225-1142. E-mail: publ@cpann.embrapa.br.  
Caixa Postal 01  
CEP 64006-220 Teresina, PI

**Tratamento editorial:** Lígia Maria Rolim Bandeira  
**Normalização bibliográfica:** Jovita Maria Gomes Oliveira  
**Capa:** Célio Marcos Martins de Oliveira

**Tiragem:** 600 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação aos direitos autorais (Lei nº 9.610)

CIP - Cotalogação na publicação  
Embrapa Meio-Norte

Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi, (5.: 2001. Teresina). Anais da 5ª  
Reunião Nacional de Caupi [Organização de] Francisco Rodrigues  
Freire Filho... [et al.]. Teresina, PI. Embrapa Meio-Norte, 2001.  
343 p.; 28 cm - (Embrapa Meio-Norte. Documentos,  
ISSN 0104-866X; 56)

1. Caupi, Tecnologia. 2. Feijão de corda - Tecnologia.  
I. Freire Filho, Francisco Rodrigues. II Título. III Título: Avanço  
Tecnológicos no Feijão Caupi. IV Série.

CDD. 635.6592063-21. ed

©Embrapa 2001

## AValiação DA ESTABILIDADE DA PRODUTIVIDADE DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO CAUPI ENRAMADOR DE TEGUMENTO MULATO ATRAVÉS DO MODELO AMMI<sup>1</sup>

F. R. FREIRE FILHO<sup>2</sup>, V. Q. RIBEIRO<sup>2</sup>, M. de M. ROCHA<sup>2</sup> e A. C. de A. LOPES<sup>2</sup>

**Resumo** - Estudou-se a estabilidade e a adaptabilidade de 16 genótipos de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em nove ambientes (combinação de local e ano), na região Meio-Norte do Brasil, no período de 1999 a 2001, usando o modelo AMMI. Os genótipos apresentaram efeito não significativo, mas os ambientes e a interação tiveram efeitos significativos ( $P < 0,01$ ). O primeiro e o segundo eixos foram significativos ( $P < 0,01$ ), e explicaram, respectivamente, 37,50% e 23,75%, num total de 61,25% da soma de quadrados da interação genótipo x ambiente. Os genótipos variaram pouco em efeitos aditivos principais, porém tiveram ampla variação em efeitos multiplicativos da interação genótipo x ambiente. Os genótipos mais estáveis e com adaptação ampla foram G5 - TE93-244-23F, G2 - TE93-210-12E-1, G7 - TE94-268-3E e G9 - TE94-270-4E, porém somente os genótipos G5 - TE93-244-23F, G2 - TE93-210-12E-1 apresentaram produtividade acima da média geral, podendo ser indicados para todos os ambientes estudados. Os genótipos G16 - BR17-Gurguéia e G15 - EPACE-10 apresentaram as maiores médias, entretanto foram instáveis, com adaptação específica a ambientes de alta produtividade. Os ambientes mais favoráveis foram BG00 - Baixa Grande do Ribeiro-PI, 2000; BJOO - Bom Jesus-PI, 2000; PA01 - Palmeira do Piauí-PI, 2000; SA00 - Sambaíba,-MA, 2000. Não houve tendência de agrupamento de local por Estado, indicando uma distribuição equilibrada em termos de qualidade ambiental entre os ambientes do Estado do Piauí e do Maranhão.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, modelo AMMI, interação genótipo x ambiente.

## EVALUATION OF YIELD STABILITY IN COWPEA CLIMBING AND BROWN TESTA GENOTYPES USING AMMI MODEL

**Abstract** - Were studied the stability and adaptability of 16 cowpea genotypes (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) and nine environments (local and year combination), in the Brazilian Middle-North region, from 1999 to 2001, using AMMI model. The effects of genotypes were not significant but environment and interaction genotype x environment interaction effects were significant ( $P < 0.01$ ). The first and second axes of the AMMI model main component analysis were significant ( $P < 0.01$ ). These two axes explained, 37.50% and 23.75% respectively in a total of 61.25 of the genotype x environment interaction sum of square. The genotypes presented a narrow variation on their main additive effects therefore presenting a large variation on the genotype x environment multiplicative interaction effects. The genotypes G5 - TE93-244-23F, G2 - TE93-210-12E-1, G7 - TE94-268-3E, G9 - TE94-270-4E were the most stable, but only G5 - TE93-244-23F, G2 - TE93-210-12E-1 had yield above the general average, so they could be indicated for all the studied environments. The genotype G16 - BR17-Gurguéia e G15 - EPACE-10 had the highest yield, therefore they were instable and had specific adaptation to the high yield environments. The SA00 - Sambaíba-MA, 2000 and Palmeira do Piauí-PI, 2001 were the most favorable environments but they had high interaction. There was no tendency to formation of environmental group. No quality difference was observed among the studied environments of Piauí and Maranhão states.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*, AMMI model, genotype x environment interaction.

### Introdução

A estabilidade e a adaptabilidade de genótipos são caracteres importantes, que devem receber muita atenção nos programas de melhoramento. É necessário que se conheça a estabilidade e a adaptabilidade da cultivar para que a sua recomendação possa ser feita para os ambientes adequados e a mesma possa ter um comportamento superior ou pelo menos igual à que já vêm sendo cultivadas.

<sup>1</sup>Apoio Embrapa Meio-Norte e Fundeci/Banco do Nordeste.

<sup>2</sup>Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP 64.006-220, Teresina, PI. E-mails: freire@cpamn.embrapa.br, valdenir@cpamn.embrapa.br

Na região Nordeste, onde as irregularidades climáticas são frequentes, a estabilidade e a adaptabilidade devem ser aproveitadas para tornar as cultivares menos vulneráveis às variações climáticas, principalmente, às decorrentes das irregularidades na distribuição e na lâmina de água precipitada.

A estabilidade e a adaptabilidade, em caupi, têm sido estudadas em vários trabalhos. Nesses trabalhos tem predominado o uso de metodologias que utilizam regressão linear como Finlay e Wilkinson (1963) e Eberhart e Russel (1966). Vale ressaltar que esses estudos têm subsidiado o melhoramento e o lançamento de cultivares em vários estados do Nordeste (Fernandes et al., 1990, 1993; Miranda et al., 1979/1992, 1997; Alves et al., 1983; Torres Filho et al., 1987).

A regressão linear, entretanto, devido ser um modelo aditivo não descreve satisfatoriamente a interação genótipo x ambiente (Yau, 1995). Diante dessa limitação têm sido buscados modelos alternativos de análises que expliquem melhor essa interação. Atualmente vem aumentando o uso do modelo AMMI (Aditive Main Effects and Multiplicative Interaction Analysis). Esse modelo combina a análise de variância aditiva para os efeitos principais com a análise multiplicativa dos componentes principais para a interação genótipo x ambiente (Zobel et al., 1988; Duarte e Vencovsky, 1999). Alguns estudos têm sido feitos comparando o modelo AMMI com outros modelos e a conclusão predominante é que o modelo AMMI é adequado e eficiente (Yau, 1995; Pereira e Costa, 1998; Acciaresi e Chidichimo, 1999).

O objetivo desse trabalho foi estudar a estabilidade e a adaptabilidade de genótipos de caupi de porte enramador e tegumento mulato através da metodologia AMMI.

### Material e Métodos

Foram analisados os ensaios estaduais de porte enramador e tegumento mulato do programa de melhoramento de caupi da Embrapa Meio-Norte, do período de 1999 a 2001. Foram avaliados 16 genótipos, em nove ambientes, o termo ambiente refere-se a combinação de local e ano (Tabela 1). Nos ensaios, foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com 15 tratamento e quatro repetições. Em alguns ensaios as parcelas tiveram as dimensões de 2,0 m x 5,0 m e em outros de 3,0 m x 5,0 m. Em ambos os tamanhos de parcela as mesmas tiveram quatro fileiras e em ambos os casos foi usada uma população de 100 mil plantas por hectare. A área útil da parcela foi representada pelas duas fileiras centrais.

Os dados de produção foram submetidos a uma análise de variância conjunta e pela metodologia AMMI, na qual a interação genótipo por ambiente foi decomposta em efeitos principais e resíduo.

Na análise AMMI foi adotado o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + E_j + \sum_{i=1}^n \lambda_n \delta_{in} \eta_{jn} + \Theta_{ij} + e_{ij}$$

$\lambda_n$  = autovalor do eixo componentes principais (CP) n;

$\delta_{in}$  e  $\eta_{jn}$  = escores dos CP dos genótipos e ambientes para o eixo CPn;

$\Theta_{ij}$  = resíduo da interação;

n = número de eixos CP retidos pelo modelo.

TABELA 1. Genótipos e ambientes avaliados e suas respectivas abreviaturas. Embrapa Meio-Norte, 2001.

Genótipos
G1 - TE93-200-49F; G2 - TE93-213-12F-1; G3 - TE93-213-12F-2; G4 - TE93-214-11F; G5 - TE93-244-23F; G6 - TE94-256-6E; G7 - TE94-268-3E; G8 - TE94-269-1E; G9 - TE94-270-4E; G10 - TE90-180-88E; G11 - Paulista; G12 - CanapuRV-1; G13 - IPA-206; G14 - EPACE-10; G15 - Canapuzinho; G16 - BR17-Gurguéia.
Ambientes
TE00 - Teresina-PI, 2000; CA99 - Castelo do Piauí-PI, 1999; CA00 - Castelo do Piauí-PI, 2000; PA01 - Palmeira do Piauí-PI, 2001; BJ00 - Bom Jesus-PI, 2000; BG00 - Baixa Grande do Ribeiro-PI, 2000; BC01 - Barra do Corda-MA, 2001; SA00 - Sambaíba-MA, 2000; BR01 - Brejo-MA, 2001.

### Resultados e Discussão

A análise de variância AMMI mostrou uma baixa variabilidade para genótipos ( $P > 0,01$ ) e uma alta variabilidade para ambientes e para a interação genótipo x ambiente ( $P < 0,01$ ) (Tabela 2). Esse resultado indica que os genótipos tiveram um comportamento diferenciado em relação aos ambientes. Os CPI1 e CPI2 foram significativos e explicaram, respectivamente, 37,50% e 23,75% num total de 61,25%. Desse modo o modelo AMMI2 foi selecionado para o estudo da estabilidade e adaptabilidade de genótipos e ambientes. Como o resíduo da interação não foi significativo interpreta-se que os dois eixos foram suficientes para explicar os efeitos da interação.

As médias preditas pelo AMMI2 para genótipos e ambientes são apresentadas na Tabela 3. Três genótipos tiveram médias na faixa de 1100-1200 kg/ha, doze na faixa de 1000-1100 kg/ha e um na faixa de 900-1000 kg/ha. Para os ambientes as médias preditas variaram de 406kg/ha em TE00 a 1.996 kg/ha em SA00.

Os gráficos para os dois eixos AMMI1 e AMMI2 são apresentados respectivamente nas Figuras 1 e 2. No AMMI1 foi feita a interpretação da variação quanto aos efeitos aditivos principais de genótipos e ambientes e dos efeitos multiplicativos da interação. No eixo AMMI2 foram interpretadas a estabilidade e a adaptabilidade.

No gráfico AMMI1, observa-se que os genótipos se agruparam em uma coluna em torno da média geral, indicando que praticamente não houve variação em efeitos aditivos principais de genótipos. Entretanto, a coluna foi relativamente dispersa na sentido vertical, mostrando que os genótipos variaram principalmente nos efeitos multiplicativos da interação. Os ambientes se distribuíram de uma forma mais dispersa tanto sentido vertical como horizontal, evidenciando que variaram tanto em efeitos aditivos quanto multiplicativos. Esses resultados confirmam a análise de variância, que não detectou significância para o efeito de genótipos, mas detectou significância para o efeito de ambientes.

Os genótipos mais produtivos foram G16, G14, G15, G2 e G5, com rendimentos acima da média geral (1.062 kg/ha) (Figura 1). Os genótipos mais estáveis e com ampla adaptação foram G5, G2, G7, e G9 os quais mantiveram-se estáveis nos dois biplots (Figuras 1 e 2), podendo ser recomendados para todos os locais onde foram feitos os estudos. Os genótipos G7 e G9, entretanto, apresentaram produtividades abaixo da média geral.

Os genótipos G2, G3, G5, G7, e G9 apresentaram similaridade para a interação associada à estabilidade, enquanto os genótipos G11, G12 e G14 mostraram similaridade para a interação associada à instabilidade. Foram verificadas similaridades entre aos genótipos G3 e G13, G10 e G12, G9 e G14 (Figuras 1 e 2). Os genótipos G15 e G16 apresentaram as maiores médias e mostraram adaptabilidade específica a ambientes associados com altas médias, como, BG00.

Os ambientes mais favoráveis foram BG00, BJ00, SA00 E PA01, os quais também são associados a baixa estabilidade.

A interação foi dissimilar para ambientes dentro de Estado e a distribuição foi equilibrada em termos de qualidade ambiental para os ambientes dentro de cada Estado.

TABELA 2. Análise de variância, pelo modelo AMMI, da produtividade de grãos (kg/ha) de 16 genótipos de caupi de porte enramador e tegumento mulato, em nove ambientes. Embrapa Meio-Norte, 2001.

F.V.	G.L.	Q.M.	%SQ <sub>gxe</sub> /CPI <sup>1</sup>	%SQ <sub>gxe acumulada</sub>
Genótipos (G)	15	24224 <sup>ns</sup>	-	-
Ambientes (E)	8	4048729 <sup>**</sup>	-	-
G x E	120	23134 <sup>**</sup>	-	-
CPI1	22	47320 <sup>**</sup>	37,50	37,50
CPI2	20	32966 <sup>**</sup>	23,75	61,25
Resíduo <sub>AMMI2</sub>	78	13791 <sup>ns</sup>	38,75	100
Erro médio/r <sup>a</sup>	404	-	-	-

\*\* : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> : não significativo;

<sup>1</sup> : Porcentagem da SQ<sub>gxe</sub> captada por CPI.

TABELA 3. Médias preditas pelo modelo AMMI3 para genótipos e ambientes para produtividade de grãos (kg/ha) de 16 genótipos de caupi de porte semi-creto e tegumento mulato, em nove ambientes. Embrapa Meio-Norte, 2001.

Genótipos	Ambientes									Médias
	TE00	CP99	CP00	PA01	BJ00	BG00	BR01	BC01	SA00	
G1	439	559	1010	1528	1261	1007	748	909	2107	1063
G2	446	498	1086	1558	1200	1290	733	1052	1962	1092
G3	369	413	1014	1455	1103	1224	634	963	1851	1003
G4	494	531	1133	1438	1158	1277	661	967	1876	1059
G5	438	503	1064	1540	1203	1225	725	1013	1980	1077
G6	439	554	1002	1391	1196	927	654	786	2016	996
G7	394	452	1027	1481	1144	1200	667	967	1909	1027
G8	426	584	966	1559	1310	883	785	875	2210	1066
G9	440	517	1050	1501	1201	1151	707	955	1989	1057
G10	472	553	1069	1419	1188	1090	665	874	1962	1033
G11	163	289	773	1709	1189	1038	778	1059	2108	1012
G12	235	353	847	1726	1228	1101	810	1092	2129	1058
G13	415	506	1007	1418	1166	1032	651	852	1963	1001
G14	298	423	910	1860	1330	1188	924	1211	2250	1155
G15	431	396	1164	1634	1126	1673	731	1271	1789	1135
G16	603	587	1289	1509	1191	1556	716	1127	1837	1157
Média	406	482	1026	1545	1200	1179	724	998	1996	

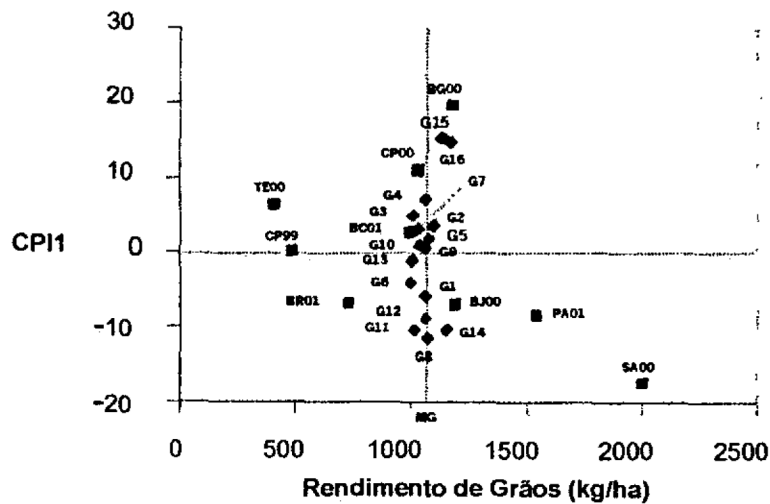


FIGURA 1. Biplot AMMI1 do rendimento de grãos x primeiro componente principal da interação (CPI1) de 16 genótipos enramadores de tegumento mulato, avaliados em nove ambientes. Genótipos e ambientes estão representados como losângulos e quadrados, respectivamente. MG: média geral. Caupi, Teresina, PI.

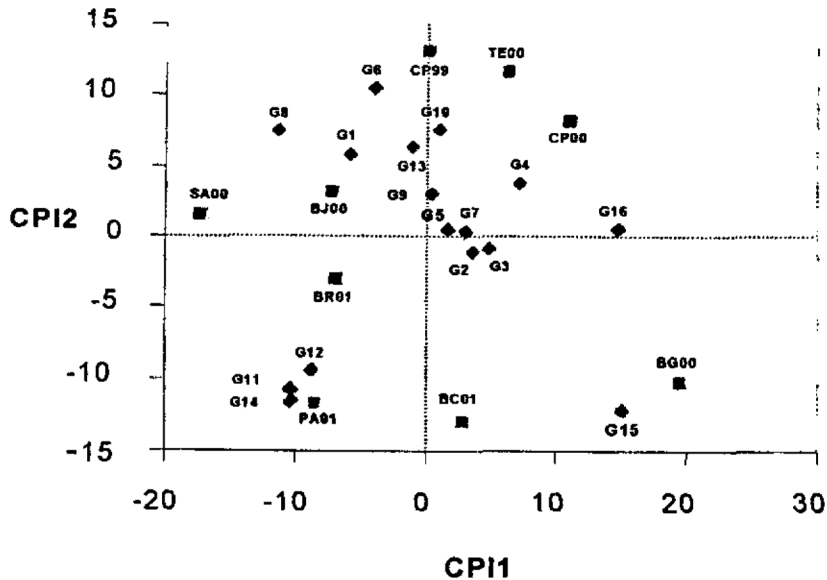


FIGURA 2. Biplot AMMI2: primeiro componente principal da interação (CPI1) x segundo componente principal da interação (CPI2) de 16 genótipos enramadores de tegumento mulato, avaliados em 9 ambientes. Genótipos e ambientes estão representados como losângulos e quadrados, respectivamente. Caupi, Teresina, PI.

### Referências

- ALVES, J.F.; SANTOS, J.H.R. dos; PAIVA, J.B.; OLIVEIRA, F.J. de TEÓFILO, E.M. Estabilidade fenotípica e adaptação de cultivares de feijão-de-corda. *Vigna sinensis* (L.) Savi. *Ciência Agronômica*, v.13,n.1/2, p.53-59, 1982.
- ACCIARESI, H.A.; CHIDICHIMO, H.O. Interacción genotipo-ambiente en *Avena sativa* L. Utilizando los modelos AMMI y factorial de correspondencias. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.10, p.1823-1830, 1999.
- DUARTE, J.B.; VENCOVSKY, R. **Interação genótipos x ambientes uma introdução à análise "AMMI"**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 63p. (Série Monografias, 9).
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, v.6, p.36-40, 1966.
- FERNANDES, J.B.; HOLANDA, J.S.; SIMPLÍCIO, A.A.; BEZERRA NETO, F.; TORRES, J.; REGOO NETO, J. Comportamento ambiental e estabilidade produtiva de cultivares de caupi no Rio Grande do Norte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.25, n.115, p.1555-1560, 1990.
- FERNANDES, J.B.; HOLANDA, J.S. de; SOUZA, N.A. de; CHAGAS, M.C.M. das. Adaptabilidade ambiental e incidência de viroses em cultivares de caupi no Rio Grande do Norte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.28, n.1, p.33-37, 1993.
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.14, p.742-754, 1963.

- MIRANDA, P.; CORREIA, E. de B.; BRITO, P.R.F. de. Capacidade produtiva das cultivares de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. II - produção de grãos e estabilidade das cultivares da coleção. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, v.3, n.1, p.61-70, 1979.
- MIRANDA, P.; COSTA, \*F. da; OLIVEIRA, L.R.; TAVARES, J.A.; PIMENTEL, M.L.; LINS, G.M.L. Comportamento de cultivares de *Vigna unguiculata* (L.) Walp., nos sistemas solteiro e consorciado. I - tipo ramador. *Ciência Agronômica*, v.23, n.1/2, p.9-19, 1992.
- MIRANDA, P.; COSTA, A.F. da; OLIVEIRA, L.R.; TAVARES, J.A.; PIMENTEL, M.L.; LINS, G.M.L. Comportamento de cultivares de *Vigna unguiculata* (L.) Walp., nos sistemas solteiro e consorciado. III - tipo ramador. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, v.10, n.especial, p.67-76, 1997.
- PEREIRA, A. da S.; COSTA, D.M. da. Análise de estabilidade de produção de genótipos de batata no Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.4, p.405-409, 1998.
- TORRES FILHO, J.; BEZERRA NETO, F.; HOLANDA, J.S. de; TORRES J.F. Adaptabilidade ambiental e estabilidade produtiva de quinze cultivares de caupi na Serra do Mel. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.22, n.5, p.485-490, 1987.
- YAU, S.K. Regresión and AMMI análisis of genotype x environment interactions: an empirical comparison. *Agronomy Journal*, v.87, n.1, p.121-126, 1995.
- ZOBEL, R.W.; WRIGHT, M.J.; GAUCH JR., H.G. Statistical analysis of a yield trial. *Agronomy Journal*, v.80, n.3, p.388-393, 1998.