



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

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DA PRODUTIVIDADE EM FEIJÃO CAUPI SEMI-ERETO DE TEGUMENTO MULATO ATRAVÉS DO MODELO AMMI¹

F. R. FREIRE FILHO², V. Q. RIBEIRO², M. de M. ROCHA² e A. C. de A. LOPES²

Resumo - Esse trabalho teve o objetivo de estudar a estabilidade e a adaptabilidade de 15 genótipos de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e de 13 ambientes (combinação de local e ano), na região Meio-Norte do Brasil, no período de 1999 a 2001, usando o modelo de análise AMMI. O efeito de genótipos não foi significativo, mas os efeitos de ambiente e da interação genótipo x ambiente foram significativos ($P < 0,01$). Os três primeiros eixos foram significativos ($P < 0,01$), e explicaram, respectivamente, 27,30%, 25,18% e 20,34%, num total de 72,82% da soma de quadrados da interação genótipo x ambiente. Os genótipos apresentaram pequena variação em termos de efeitos aditivos principais, porém apresentaram uma ampla variação em termos de efeitos multiplicativos da interação genótipo x ambiente. Os genótipos mais estáveis foram G14 - Evx 91 - 2E e G5 - Evx 63 - 4E, os quais também apresentaram adaptação ampla, sendo indicados para todos os ambientes estudados. Os genótipos G3 - Evx 47 - 6E e G13 - Evx 92 - 49E mostraram-se adaptados a ambientes de baixa produtividade. O genótipo G7 - Evx 63 - 10E apresentou a maior média e adaptação específica a ambientes de alta produtividade. Os ambientes mais estáveis foram BC00 - Barra do Corda-MA, 2000; BC01 - Barra do Corda-MA, 2001; BR01 - Brejo-MA, 2001; CA00 - Castelo do Piauí-PI, 2000 e BJO0 - Bom Jesus-PI, 2000. Constatou-se uma distribuição equilibrada em termos de qualidade ambiental entre os ambientes do Estado do Piauí e do Maranhão.

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

YIELD STABILITY ANALYSIS IN SEMI-ERECT BROWN TESTA COWPEA EMPLOYING AMMI MODEL

Abstract - This work aimed to study the stability and adaptability of 15 cowpea genotypes (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) and 13 environments (local and year combination), in the Brazilian Middle-North region, from 1999 to 2001, using AMMI model. Genotype effects were not significant but environment and interaction genotype x environment interaction effects were highly significant ($P < 0.01$). The three first axes of the AMMI model main component analysis were highly significant ($P < 0.01$). These axes explained, 27,30%, 25,18% and 20,34% respectively in a total of 72,82% of the genotype x environment interaction sum of square. The genotypes showed a narrow variation on their main additive effects therefore presenting a large variation on the genotype x environment multiplicative interaction effects. The genotypes G14 - Evx 91 - 2E and G5 - Evx 63 - 4E, were the most stable, so they could be indicated for all the studied environments. The genotypes G3 - Evx 47 - 6E and G13 - Evx 92 - 49E were adapted to the low yield environments. The genotype G7 - Evx 63 - 10E had the highest yield and specific adaptation to the high yield environments. The BC00 - Barra do Corda-MA, 2000; BC01 - Barra do Corda-MA, 2001; BR01 - Brejo-MA, 2001; CA00 - Castelo do Piauí-PI, 2000 and BJO0 - Bom Jesus-PI, 2000 were the most stable environments. No environmental quality difference was observed among the studied environments of Piauí and Maranhão states.

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

Introdução

O estudo da estabilidade e da adaptabilidade de genótipos, geralmente, é uma prioridade nos programas de melhoramento. É de fundamental importância que ao se lançar uma cultivar se tenha conhecimento da sua estabilidade e de sua adaptação para que a recomendação seja feita para ambientes onde ela possa ter um comportamento superior ou pelo menos igual às cultivares já estão sendo utilizadas.

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

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

²Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP 64.006-220, Teresina, PI. E-mails: freire@cpann.embrapa.br, valdenir@cpann.embrapa.br

Devido a importância da estabilidade e da adaptabilidade vários trabalhos têm sido feitos para estudar esses caracteres em caupi. Nesses estudos tem predominado o uso de metodologias que utilizam regressão linear como Finlay e Wilkinson (1963) e Eberhart e Russel (1966), os quais têm subsidiado o melhoramento e o lançamento de cultivares de caupi 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).

Entretanto, têm sido buscados modelos alternativos de análises que expliquem melhor a interação genótipo x ambiente. 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; Duate 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).

Esse trabalho teve por objetivo estudar a estabilidade e a adaptabilidade de linhagens de caupi de porte semi-ereto e tegumento mulato através da metodologia AMMI.

Material e Método

Foram avaliadas quinze linhagens, em treze ambientes, em que o termo ambiente compreende a combinação de local e ano, no período de 1999 a 2001 (Tabela 1). Nos ensaios, foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com 15 tratamentos e quatro repetições. As parcelas tiveram as dimensões de 2,0 m x 5,0 m. O espaçamento adotado foi de 0,5 m 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 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:

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

λ_n = autovalor do eixo componentes principais (CP) n; δ_{in} e η_{jn} = escores dos CP dos genótipos e ambientes para o eixo CPn; Θ_{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 - Evx 41 - 5E; G2 - Evx 42 - 13E; G3 - Evx 47 - 6E; G4 - Evx 63 - 1E; G5 - Evx 63 - 4E; G6 - Evx 63 - 8E; G7 - Evx 63 - 10E; G8 - Evx 63 - 13E; G9 - Evx 63 - 14E; G10 - Evx 80 - 6E/ 63; G11 - Evx 83 - 13E; G12 - TE93 - 242 - 10E-6-1; G13 - Evx 92 - 49E; G14 - Evx 91 - 2E; G15 - Vita 7
Ambientes
TE00 - Teresina-PI, 2000; TE01 - Teresina-PI, 2001; CA00 - Castelo do Piauí-PI, 2000; PA01 - Palmeira do Piauí-PI, 2001; BJ00 - Bom Jesus-PI, 2000; BG00 - Baixa Grande do Ribeiro-PI, 2000; BG01 - Baixa Grande do Ribeiro-PI, 2001; SD99 - São Domingos do Azeitão-MA, 1999; BC00 - Barra do Corda - MA, 2000; BC01 - Barra do Corda - MA, 2001; SA00 - Sambaíba-MA, 2000; SA01 - Sambaíba-MA, 2001; BR01 - Brejo-MA, 2001

Resultados e Discussão

Os resultados da análise AMMI são apresentados na Tabela 2. O efeito de genótipo não foi significativo mas os efeitos de ambiente e da interação genótipo x ambiente foram significativos pelo teste F, ao nível de 1,0% ($P < 0,01$). Esse resultado indica que houve uma resposta diferencial dos genótipos em relação aos ambientes. O último eixo significativo foi o três, a partir desse eixo o resíduo da análise AMMI foi não significativo. Na Tabela 2 são mostrados os autovalores e a porcentagem da interação que é explicada por cada componente principal da interação. Verifica-se que o eixo um explica 27,30%, o dois 25,18% e o três 20,34%. Os três eixos, portanto, explicam 72,82% da interação genótipo x ambiente. Como o resíduo da interação não foi significativo interpreta-se que os três eixos foram suficientes para explicar os efeitos da interação.

As médias preditas pelo AMMI3 para genótipos e ambientes são apresentadas na Tabela 3. Quatro genótipos tiveram médias na faixa de 1300-1400 kg/ha, nove na faixa de 1200-1300 kg/ha e dois na faixa de 1100-1200 kg/ha. Para os ambientes as médias preditas variaram de 455kg/ha em SD99 a 2.803 kg/ha em SA01.

Os gráficos para os três eixos AMMI1, AMMI2 e AMMI3 são apresentados, respectivamente, nas Figuras 1, 2 e 3. O eixo selecionado foi o AMMI3. No AMMI1 foi feita a interpretação somente da variação quanto aos efeitos aditivos principais de genótipos e ambientes e dos efeitos multiplicativos da interação. Nos eixos AMMI2 e AMMI3 foram interpretadas a estabilidade e a adaptabilidade.

Na Figura 1, observa-se que praticamente não há variação em efeitos aditivos principais de genótipos, os genótipos se agruparam numa grande coluna central em torno da média geral, indicando que estes variaram somente nos efeitos multiplicativos da interação. Já os ambientes variaram muito, tanto em efeitos aditivos quanto multiplicativos. Esses resultados confirmam aqueles obtidos pela análise de variância, que detectou não significância para o efeito de genótipos e significância para o efeito de ambientes, mostrando que o grupo de genótipos em estudo apresenta baixa variabilidade, enquanto que os ambientes, alta variabilidade.

Os genótipos G1, G3, G5, G6, G7, G8, G13 e G14 apresentaram rendimentos acima da média geral (1.360 kg/ha) (Figura 1). Desses, os mais estáveis e que também apresentaram ampla adaptabilidade foram G14 (1^o) e G5 (2^o), pois mantiveram-se estáveis nos três biplots (AMMI1, AMMI2 e AMMI3), sendo indicados para todos os ambientes estudados. Foram verificadas similaridades entre aos genótipos G3 e G13, G10 e G12, G9 e G14 (Figuras 2 e 3). Quanto à adaptação específica, destacou-se o genótipo G7, que apresentou a maior média (1.382 kg/ha), sendo indicado para ambientes associados com médias de produtividade altas, como Sambaíba-MA (2000 e 2001) e Baixa Grande do Ribeiro - 2001 (Figuras 2 e 3 e Tabela 3). É nítida também a adaptação específica positiva entre os genótipos G10 e G12 com o ambiente BG00, do G4 com os ambientes SD99 e PA01 e entre G5 e BC00. Os genótipos G3 e G13 mostrara-se adaptados a ambientes desfavoráveis, apresentando médias altas e previsíveis nos ambientes TE00 e TE01 (Figuras 2 e 3, Tabela 3).

Os ambientes mais estáveis foram BC00, BC01, BR01, CA00 e BJ00, sendo os relacionados com o local Barra do Corda mais produtivos. Os ambientes mais instáveis foram TE00, TE01, BG00, BG01, SA00 e SA01. Observa-se que os ambientes mais produtivos foram associados com baixa estabilidade e vice-versa. Dos ambientes com rendimentos satisfatórios e boa estabilidade, pode-se citar BC00 e BC001. Como exemplo de ambientes similares quanto à interação genótipo x ambiente pode ser citado CA00, BJ00, SD99, BR01 e PA01.

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 Estado. Constatou-se uma distribuição equilibrada em termos de qualidade ambiental entre os ambientes do estado do Piauí e do Maranhão.

TABELA 2. Análise de variância, pelo modelo AMMI, da produtividade de grãos (kg/ha) de 15 genótipos de caupi de porte semi-ereto e tegumento mulato, em 13 ambientes. Embrapa Meio-Norte, 2001.

F.V.	G.L.	Q.M.	%SQ _{GxE} /CPI ¹	%SQ _{GxE} acumulada
Genótipos (G)	14	59070,59 ^{ns}	-	-
Ambientes (E)	12	8311932,87**	-	-
G x E	168	43543,90**	-	-
CPI1	25	79895,17**	27,30	27,30
CPI2	23	80074,87**	25,18	42,48
CPI3	21	70865,59**	20,34	72,82
Resíduo _{AMMI3}	99	20081,86 ^{ns}	27,18	100,00
Erro médio/r	545	14662,25		

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo.

¹ Proporção da SQ_{GxE} captada/eixo ou CPI.

TABELA 3. Médias previstas pelo modelo AMMI3 para genótipos e ambientes para produtividade de grãos (kg/ha) de 15 genótipos de caupi de porte semi-ereto e tegumento mulato, em 13 ambientes. Embrapa Meio-Norte, 2001.

Genó-Tipos	Ambientes													Média
	TE00	TE01	CA00	PA01	BJ00	BG00	BG01	SD99	BR01	BC00	BC01	SA00	SA01	
G1	1243	833	1229	1577	1438	992	2467	478	834	1418	1103	2159	2336	1294
G2	831	954	1017	1506	1221	809	2466	477	894	1334	1172	1748	2969	1243
G3	941	1167	1051	1545	1256	715	3017	454	957	1505	1323	1942	2958	1345
G4	468	446	966	1577	1201	965	2585	456	840	1395	1375	1770	2868	1208
G5	617	634	1022	1618	1257	913	2989	452	894	1533	1477	1955	2823	1299
G6	464	614	1015	1687	1255	973	3064	524	973	1587	1616	1892	3082	1339
G7	560	604	1031	1683	1280	903	3491	428	927	1701	1688	2125	2780	1372
G8	630	492	1050	1650	1298	949	3233	407	857	1621	1561	2132	2578	1319
G9	628	453	998	1547	1232	927	2689	389	780	1413	1317	1922	2575	1206
G10	520	281	1022	1600	1260	1089	2359	478	801	1361	1317	1819	2690	1186
G11	748	765	974	1476	1188	790	2564	394	812	1336	1185	1798	2760	1200
G12	396	226	1013	1634	1252	1167	2174	550	845	1330	1346	1692	2905	1182
G13	922	1115	1000	1482	1206	643	3016	378	887	1460	1261	1930	2828	1296
G14	923	712	1118	1587	1340	950	2697	456	851	1461	1274	2048	2558	1285
G15	616	1025	927	1499	1130	742	2521	502	953	1326	1254	1559	3335	1243
Média	700	688	1029	1578	1254	902	2756	455	874	1452	1351	1899	2803	-

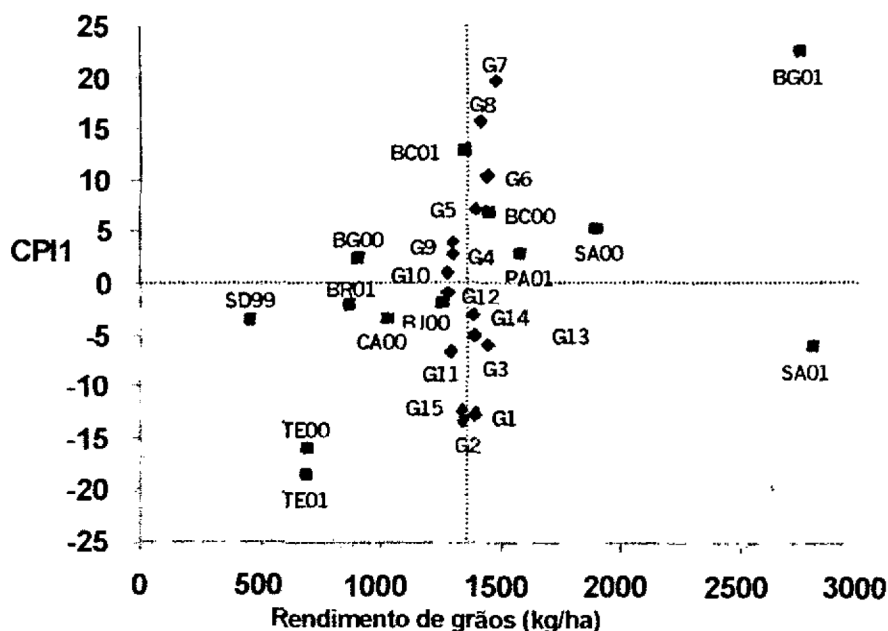


FIGURA 1. Biplot AMMI do rendimento de grãos x primeiro componente principal da interação (CPI1), de 15 genótipos de caupi de porte semi-ereto e tegumento mulato, em 13 ambientes. Os losângulos (em azul) representam os genótipos e os quadrados (em vermelho), os ambientes.

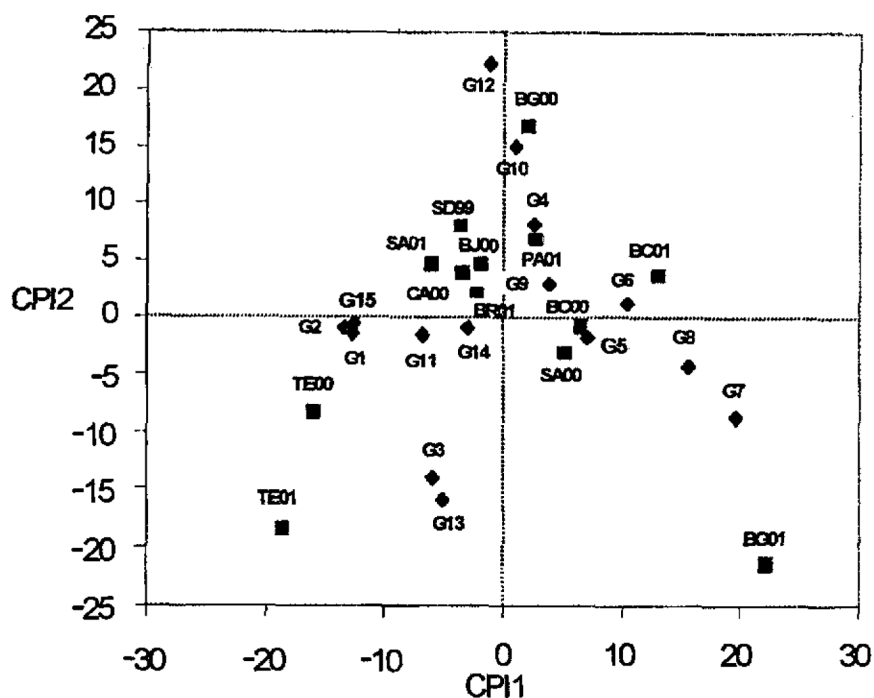


FIGURA 2. Biplot AMMI2 do primeiro componente principal da interação (CPI1) x segundo componente principal da interação (CPI2), do rendimento de grãos (kg/ha) de 15 genótipos de caupi de porte semi-ereto e tegumento mulato, em 13 ambientes. Os losângulos (em azul) representam os genótipos e os quadrados (em vermelho), os ambientes.

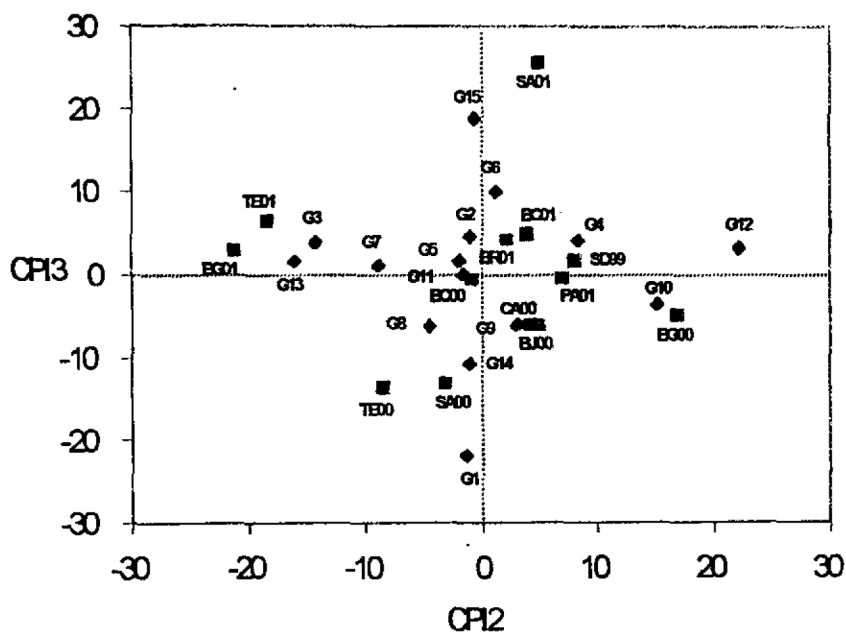


FIGURA 3. Biplot AMMI3 do componente principal da interação (CPI2) x segundo componente principal da interação (CPI3), do rendimento de grãos (kg/ha) de 15 genótipos de caupi de porte semi-ereto e tegumento mulato, em 13 ambientes. Os losângulos (em azul) representam os genótipos e os quadrados (em vermelho), os ambientes.

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, 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. 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.