

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE LINHAGENS DE CAUPI DE PORTE ENRAMADOR¹

Francisco Rodrigues Freire Filho²
Valdenir Queiroz Ribeiro³
Maurisrael de Moura Rocha⁴
Ângela Celis de Almeida Lopes⁵

RESUMO

Efetuaram-se análises de adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] de ensaios conduzidos em 1994 e 1995 em regiões agronomicamente representativas do Estado do Piauí, visando identificar linhagens de porte enramador para seleções de genitores e recomendações para cultivo no Estado. Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados pelo método de Eberhart e Russell (1966). As linhagens TE90-178-1F, TE 90-179-2F, TE 90-179-9F TE90-180-9F, TE90-180-16F e TE86-75-17E.2 foram consideradas as mais adaptados e estáveis, e TE90-180-5F e TE90-180-17F de adaptação específica, respondendo bem à melhoria do ambiente. A forte pressão de seleção sobre os componentes de produtividade de grãos, essencialmente em relação ao aumento do peso de grãos, pode ter reduzido a variabilidade genética da produtividade.

Palavras-chaves: *Vigna unguiculata*, produtividade, melhoramento do caupi.

¹ Aceito para publicação em 14.05.2002.

² Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, Cx. P. 01, 64006-220, Teresina, PI. E-mail: freire@cpamn.embrapa.br

³ Embrapa Meio-Norte. E-mail: valdenir@cpamn.embrapa.br

⁴ Embrapa Meio-Norte. E-mail: mmrocha@cpamn.embrapa.br

⁵ ESALQ/USP, Departamento de Genética, Cx. P. 83, 13400-970, Piracicaba, SP. E-mail: acalopes@uoi.com.br

ABSTRACT

ADAPTABILITY AND YIELD STABILITY OF COWPEA CLIMBING LINES

Adaptability and yield stability analyses of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] of 1994 and 1995 trials in representative regions in the state of Piauí were carried out to identify the superior climbing lines to be selected as parents and state planting recommendations. Adaptability and stability parameters were estimated by the method of Eberhart & Russell (1966). The lines TE90-178-1F, TE 90-179-2F, TE 90-179-9F TE90-180-9F, TE90-180-16F and TE86-75-17E.2 were considered the most adapted and stable; TE90-180-5F and TE90-180-17F were considered to be of specific adaptation, well-suited for environmental improvement. The strong pressure for grain selection, essentially aimed at grain weight, may have reduced yield genetic variability.

Keys words: *Vigna unguiculata*, yield, cowpea breeding.

INTRODUÇÃO

O caupi, feijão-macassar ou feijão-de-corda [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] é uma das culturas alimentares mais cultivadas nas áreas semi-áridas do nordeste do Brasil, constituindo um dos mais importantes componentes da dieta alimentar das populações rurais dessa região.

A produção anual de caupi no Nordeste sofre grande variação, devido principalmente ao déficit hídrico e à má distribuição das chuvas. Neste contexto, o estudo da adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos torna-se essencial em um programa de melhoramento, pois permite ao melhorista identificar tanto os genótipos que mantêm nível estável de produtividade, independentemente das variações do ambiente, como também aqueles que respondem bem à melhoria do ambiente. Isso é importante porque esses dois tipos de materiais são indicados para diferentes tipos de produtores. Os genótipos estáveis são indicados para produtores tradicionais que não utilizam ou fazem pouco uso de insumos na cultura; já os que respondem bem a ambientes favoráveis são mais indicados para os produtores que investem na melhoria do ambiente com o uso de insumos.

A interação genótipo x ambiente é um contínuo desafio aos melhoristas, pelas complicações que causa na seleção de genótipos avaliados em diversos ambientes. Esse efeito diferencial que o ambiente exerce sobre os genótipos resulta numa interação, que pode ser medida estatisticamente (11, 12, 13).

Inúmeras metodologias têm sido propostas para a análise da estabilidade, porém os modelos baseados em análise de regressão são os preferidos. O modelo de regressão linear de Eberhart e Russel (4) tem sido

usado com vantagem por diversos pesquisadores, em várias espécies como o feijão-comum (11, 12, 13, 19) e o feijão-caupi.

Vários estudos de adaptabilidade e estabilidade têm sido realizados em caupi (1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 15, 19, 20, 22, 24, 25). Nesses trabalhos foram detectadas diferenças entre genótipos, exceto em Alves et al. (1) e Torres Filho et al. (25). É importante que, em um programa de melhoramento, o estudo da adaptabilidade e estabilidade se torne uma avaliação de rotina, para verificar se está havendo ganho nesses caracteres ao longo dos ciclos de seleção.

O objetivo deste trabalho foi estudar a adaptabilidade e estabilidade de linhagens de caupi de porte enramador, visando à seleção de genitores e recomendação de cultivares para o Estado do Piauí.

MATERIAL E MÉTODOS

Dezessete linhagens de caupi de porte enramador e três cultivares usados como testemunhas foram avaliados em sete ensaios, em 1994 e 1995. As linhagens são procedentes da Embrapa Meio-Norte, e foram selecionadas para esse estudo com base no desempenho agrônômico apresentado no ensaio avançado de produtividade de grãos. As testemunhas BR 14-Mulato (2) e BR 17-Gurguéia (10) são procedentes da Embrapa Meio-Norte e recomendadas para cultivo no Estado do Piauí. O cultivar Santo Inácio é local, procedente da microrregião de Picos, Piauí.

Foram realizados sete ensaios em cinco locais: Teresina (2 locais), Uruçuí (2 locais), Angical do Piauí (1 local), Gilbués (1 local) e Guadalupe (1 local). As características de localização e pluviosidade de cada local encontram-se no Quadro 1.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela foi representada por quatro fileiras de 4,8 m de comprimento com espaçamento de 0,80 m entre fileiras e 0,40 m entre covas dentro da fileira, com duas plantas por cova, o que resulta numa população de 62.500 plantas por hectare. Os dados para análise foram coletados nas duas fileiras centrais da parcela. Além da produtividade de grãos foram avaliados os caracteres número de dias para o início do florescimento, comprimento da vagem, número de grãos por vagem e peso de 100 grãos. A análise de adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos foi realizada pelo método de Eberhart e Russell (4).

O modelo de regressão linear adotado foi $Y_{ij} = m_i + b_i l_j + d_{ij} + e_{ij}$, em que: Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j ; m_i é a média do genótipo i considerando todos os ambientes; b_i é o coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do genótipo i no ambiente j ; l_j é o índice ambiental no ambiente j ; d_{ij} é o desvio da regressão do genótipo i no ambiente j ; e e_{ij} é o erro associado à média. Neste modelo, a análise é realizada a partir das

médias das linhagens em cada ambiente; assim, o quadrado médio do erro deve ser dividido pelo número de repetições.

QUADRO 1 - Localização e índice pluviométrico médio anual dos municípios onde foram conduzidos os ensaios, no Estado do Piauí ¹					
Municípios	Micror-região	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Precipitação média anual (mm)
Teresina	Teresina	72	05°05'	42°49'	1.360,4
Angical do Piauí	Médio Parnaíba Piauiense	215	05°09'	42°44'	1.200,0
Gilbués	Alto Médio Gurguéia	520	09°42'	45°23'	1.138,0
Uruçuí	Alto Parnaíba Piauiense	124	07°14'	44°33'	1.071,9
Guadalupe	Floriano	180	06°56'	43°50'	1.047,9

¹Fonte: SUDENE (23).

O somatório de quadrados de ambiente dentro de genótipos (QMA/G) foi decomposto em ambiente linear (QMAI), interação genótipos x ambientes linear (QMGAI) e desvios combinados (QMDc), possibilitando a obtenção da estimativa do coeficiente de regressão linear (b_i), da variação total entre locais (QMA/G), dos desvios de regressão sd_i e do coeficiente de determinação (R^2) para cada genótipo.

Cada cultivar poderá ser caracterizado pelo b_i , $(QMA/G)^{0.5}$ e sd_i . Um valor de $b_i = 1,0$ indica que os genótipos modificam seu comportamento de modo regular conforme as mudanças de qualidade do ambiente. Se b_i for maior que 1,0 os genótipos serão mais adequados para ambientes favoráveis e responderão bem à melhoria dos ambientes, mas poderão desapontar em ambientes menos favoráveis. Se b_i for menor do que 1,0, os genótipos serão menos responsivos e menos exigentes, podendo se adequarem melhor a ambientes de qualidade inferior. Um valor baixo de $(QMA/G)^{0.5}$ indica que o genótipo variou pouco em torno de sua média em diferentes ambientes. Um valor de $sd_i = 0$ ou próximo de zero indica que os genótipos modificaram-se com as variações ambientais de modo previsível, obedecendo uma linha de regressão perfeita; com sd_i alto o comportamento será imprevisível (26).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados do número de dias para florescimento, comprimento de vagem, número de grãos por vagem e peso de 100 grãos são apresentados no Quadro 2. Com exceção do número de dias para o florescimento, em todos os outros caracteres houve diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,05$). O número de dias para o florescimento variou de 41,0 (TE90-179-14F e TE 90 180-15F) a 45,2 (BR 14-Mulato) com média de 42,52 dias, evidenciando que, na média, esse conjunto de linhagens/cultivares é seis dias mais precoce que o conjunto estudado por Alves et al. (1) e 10 dias que o estudado por Torres Filho et al. (25). No comprimento de vagem a variação foi de 17,1 cm (BR 17-Gurguéia) a 20,0 cm (TE90-180-26F), com uma média de 18,95 cm, a qual é 3 cm menor que a média dos materiais estudados por Alves et al. (1) e 1,95 cm maior do que a média dos avaliados por Santos et al. (22).

QUADRO 2 - Média do número de dias para o início do florescimento e dos componentes de produtividade de 20 linhagens/cultivares de caupi de porte enramador observados em sete ensaios, no Estado do Piauí, em 1994 e 1995

Linhagens e cultivares	Floração inicial ¹ (dia)	Comprimento de vagem ¹ (cm)	Nº de grãos por vagem ¹	Peso de 100 grãos ¹ (g)
01 TE90-169-4F	43,0	18,7	13,2	15,5
02 TE90-177-5F	42,0	18,4	13,8	16,1
03 TE90-178-1F	41,5	18,8	14,5	15,4
04 TE90-179-2F	43,2	18,9	13,8	14,9
05 TE90-179-9F	42,5	18,5	14,5	14,6
06 TE90-179-14F	41,0	18,7	14,7	14,9
07 TE90-180-5F	42,0	19,9	13,8	16,5
08 TE90-180-6F	44,0	19,1	12,5	16,7
09 TE90-180-9F	41,5	18,9	14,2	14,9
10 TE90-180-15F	41,0	19,6	14,1	14,7
11 TE90-180-16F	43,0	19,0	14,1	15,6
12 TE90-180-17F	42,0	17,9	14,3	14,4
13 TE90-180-26F	42,0	20,0	14,5	16,1
14 TE90-180-27F	43,0	19,3	13,5	15,7
15 TE90-180-29F	42,5	19,9	13,9	15,6
16 TE86-75-17E.2	43,2	17,5	14,3	13,2
17 TE86-75-56E	43,0	19,0	15,6	11,2
18 Santo Inácio	42,0	19,5	14,8	16,3
19 BR 14-Mulato	45,2	18,3	14,4	14,4
20 BR 17-Gurguéia	42,0	17,1	15,2	11,3
Média	42,52	18,95	14,22	14,96
C.V.%	3,85	4,81	9,22	7,05

¹Dados coletados no ensaio de Teresina, 1994.

O número de grãos por vagem variou de 12,5 (TE90-180-6F) a 15,6 (TE86-75-56E), com média de 14,22, tendo dois grãos a menos que a média dos materiais estudados por Alves et al. (1) e 1,22 grãos a mais do que a média dos avaliados por Santos et al. (22).

Quanto ao peso de 100 grãos, a variação foi de 11,2 g (TE86-75-56E) a 16,7 g (TE90-180-6F), com média de 14,96 g, a qual é aproximadamente 5 g menor que as médias dos materiais estudados por Alves et al. (1) e Torres Filho et al. (24), 2 g menor do que a média dos avaliados por Santos et al. (22) e 10 g inferior à média dos estudados por Miranda et al. (18). Contudo, considerando que o cultivar local Santo Inácio, pela sua aceitação comercial, constitui-se numa boa referência para os componentes de produtividade, constata-se que nove linhagens não diferiram estatisticamente desse cultivar em algum desses caracteres: TE90-177-1F, TE90-178-1F, TE90-179-2F, TE90-179-14F, TE90-180-5F, TE90-180-9F, TE90-180-16F, TE90-180-26F e TE90-180-29F.

A análise de variância conjunta da produtividade de grãos, apresentada no Quadro 3, mostra os efeitos altamente significativos ($P < 0,01$) de genótipos, ambientes, interação genótipos x ambientes e ambiente "dentro" de genótipo e dos componentes do seu desdobramento. Houve, portanto, diferenças genéticas entre linhagens/cultivares e entre ambientes, e aquelas comportaram-se diferentemente ante às variações ambientais. Torres Filho et al. (25) e Alves et al. (1), este nos ensaios do período de 1976 a 1978, não encontraram diferenças entre os materiais testados. Os resultados obtidos neste trabalho, ou seja, a significância em todas essas características, segundo Eberhart e Russell (4) e Ramalho et al. (21), trazem dificuldades para a seleção e indicam variabilidade genotípica quanto à resposta a ambientes e, possivelmente, genótipos que menos respondem às variações ambientais (13), mas que, por outro lado, são importantes para o programa de melhoramento de caupi, o qual tem cunho regional e produz germoplasma, a partir do Piauí, para muitos ambientes.

QUADRO 3 – Análise de variância conjunta da produtividade de grãos (kg/ha) de 20 linhagens/cultivares de caupi de porte enramador, em sete ensaios conduzidos em 1994 e 1995

F. V.	G.L.	Q.M.
Genótipos (G)	19	362177,6**
Ambientes (A)	06	8407657,0**
Interação (G x A)	114	87102,1**
Ambiente/Genótipo (A / G)	120	503129,8**
A linear	01	50445960,0**
G x A linear	19	142108,0**
Desvio combinado (Dc)	100	72295,3*
Erro	399	52212,2

O potencial produtivo dos ambientes é apresentado no Quadro 4. Foram estimadas tanto a produtividade média como a potencial para cada ambiente, e nesta foram consideradas somente as três linhagens mais produtivas. Quanto à produtividade média, a amplitude foi de 273 (Uruçuí, 1994) a 1.248 kg/ha (Angical do Piauí, 1995), o que corresponde à diferença de 975 kg/ha. Em relação à produtividade potencial, a amplitude foi de 398 kg/ha (Uruçuí, 1994) a 1.571 kg/ha (Angical do Piauí, 1995), o que proporciona diferença de 1.173 kg/ha. Tanto em 1994 como em 1995 os melhores níveis de produtividade em ambas as avaliações foram obtidos em Angical do Piauí e Gilbués.

QUADRO 4 – Produtividades média e potencial dos ambientes (kg/ha) obtidas, respectivamente, com a participação de todas as linhagens/cultivares e das três mais produtivas em cada ambiente, no Estado do Piauí				
Local	Ano	Produtividade média ¹	Produtividade potencial	
			Média ²	Linh./cvs. ³
Teresina	1994	710	964	20, 13, 15
Uruçuí	1994	273	398	3, 9, 8
Teresina	1995	676	938	20, 4, 9
Uruçuí	1995	872	1.118	11, 20, 10
Angical do Piauí	1995	1.248	1.571	12, 19, 3
Gilbués	1995	1.123	1.291	3, 6, 5
Guadalupe	1995	660	903	3, 20, 9

¹ Considerando todas as linhagens e cultivares.
² Considerando as três mais produtivas em cada ambiente.
³ Linhagens e cultivares utilizados para o cálculo da produtividade potencial, relacionadas no Quadro 2.

A produtividade média de grãos e os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade são apresentados no Quadro 5. A média da produtividade variou de 528 kg/ha (cultivar Santo Inácio) a 994 kg/ha (BR 17-Gurguéia), com a média geral de 794 kg/ha. Cinco produziram na faixa de 500 a 700 kg/ha; 14 de 700 a 900 kg/ha; e um cultivar produziu acima de 900 kg/ha. Essa média é superior em 53, 80 e 8% às médias obtidas, respectivamente, por Alves et al. (1), Torres Filho et al. (25) e Miranda et al. (16), e inferior em 38, 52 e 4,1% às médias obtidas, respectivamente, por Miranda et al. (18), Miranda et al. (15) e Miranda et al. (17). Sete linhagens se igualaram ao cultivar local Santo Inácio nos componentes de produtividade e simultaneamente às testemunhas melhoradas para produtividade (BR 14-Mulato e BR 17-Gurguéia), podendo-se destacar as linhagens TE90-169-4F, TE90-178-1F, TE90-179-2F, TE90-179-9F, TE90-180-5F, TE90-180-9F, TE90-180-16F, TE90-180-17F e TE86-75-17E.2, que também

superaram a produtividade média de todos os ensaios. Neste grupo, com exceção de TE90-180-5F e TE90-180-17F, que apresentaram b_i maior do que 1,0 ($P < 0,05$), portanto, adaptado a ambientes específicos, as demais apresentaram b_i igual a 1,0, sendo consideradas de ampla adaptação; e todas tiveram R^2 superior a 80%.

Santos et al. (22) também verificaram a ampla adaptabilidade das linhagens TE 90-178-1F e TE 90-180-6F e do cultivar BR 17-Gurguéia, em estudo conduzido em dois locais, em cultivo de sequeiro.

QUADRO 5 – Médias de produtividade em sete ensaios e estimativa de parâmetros de estabilidade de 20 linhagens/cultivares de caupi de porte enramador, obtidas pelo método de Eberhart e Russell (4)

Linhagens e cultivares	Produtividade (kg/ha)	b_i	$(QMA/G)^{0,5}$ (kg/ha)	sd_i (kg/ha)	R^2
01 TE90-169-4F	800	1,00	335,2	77,7	94,8
02 TE90-177-5F	665	0,87	307,7	70,8	84,0
03 TE90-178-1F	900	1,15	409,6	143,9	83,2
04 TE90-179-2F	824	1,02	369,8	139,2	80,2
05 TE90-179-9F	825	1,23	420,3	89,7	90,0
06 TE90-179-14F	683	1,05	375,1	124,0	83,1
07 TE90-180-5F	875	1,29**	427,5	81,7	97,0
08 TE90-180-6F	626	0,38**	197,0	119,9	41,1
09 TE90-180-9F	901	0,89	292,7	105,7	98,1
10 TE90-180-15F	785	1,00	347,6	66,3	87,9
11 TE90-180-16F	886	1,25	417,0	46,6	94,7
12 TE90-180-17F	861	1,32**	455,4	121,5	88,8
13 TE90-180-26F	772	0,96	315,4	72,3	86,4
14 TE90-180-27F	768	0,79	289,8	91,5	78,7
15 TE90-180-29F	768	0,83	286,5	45,0	88,8
16 TE86-75-17E.2	880	1,20	399,5	63,5	95,2
17 TE86-75-56E	664	0,68**	247,6	44,7	79,5
18 Santo Inácio	528	0,84	306,5	101,5	79,2
19 BR 14-Mulato	881	1,28**	424,8	67,8	96,1
20 BR 17-Gurguéia	994	0,89	320,7	95,2	82,0
Média	794	-	-	-	-
C.V.%	29	-	-	-	-

Embora algumas linhagens tenham superado a melhor testemunha (BR 17-Gurguéia) em vários ensaios, como TE90-178-1F e TE90-180-5F,

nenhuma linhagem a superou em produtividade na média geral dos ensaios.

Possivelmente, a forte pressão de seleção para aumentar o peso de 100 grãos e outros componentes de produtividade voltados para a qualidade, na fase de abertura e avaliação preliminar das linhagens, contribuiu para a redução da variabilidade genética da produtividade de grãos.

Utilizando a raiz quadrada da variação total da produtividade $(QMA/G)^{0,5}$ e do desvio da regressão sd_i , constata-se que a variação total de produtividade entre locais oscilou entre 197 a 455 kg/ha, ou seja, entre 24,7 e 57,3% da média geral dos ensaios, e o sd_i que mede as variações de produtividade que não podem ser controladas ou explicadas pelas mudanças no ambiente, variou de 46,6 a 143,9 kg/ha, ou seja, de 5,8 a 18,1% da média geral dos ensaios. Esses resultados parecem indicar que as linhagens/cultivares têm comportamento previsível em mais de 80%. A maioria delas se ajustou perfeitamente a uma reta, já que 16 apresentaram R^2 superiores a 80%, demonstrando que o modelo de Eberhart e Russel (4) se adequou bem ao estudo genético realizado e, portanto, explicou satisfatoriamente o comportamento das linhagens/cultivares ante à variação dos ambientes.

CONCLUSÕES

1) As linhagens TE90-178-1F, TE90-179-2F, TE90-179-9F, TE90-180-9F, TE90-180-14F, TE90-180-16F e TE86-75-17E.2 são mais adaptadas e estáveis nos ambientes de cultivo.

2) As linhagens TE90-180-5F e TE90-180-17F apresentam adaptação específica, respondendo bem à melhoria do ambiente.

3) Os melhores níveis de produtividade média e potencial são obtidos em Angical e Gilbués do Piauí.

REFERÊNCIAS

1. 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 Agrônômica*, 13:53-9, 1982.
2. CARDOSO, M. J.; FREIRE FILHO, F. R. & ATHAYDE SOBRINHO, C. BR 14-Mulato: nova cultivar de feijão macassar para o estado do Piauí, Teresina, EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1990. 4p. (Comunicado Técnico, 48).
3. BIRARI, D. S.; BIRARI, S. P. & JAMADAGNI, B. M. Stability analysis of promising genotypes of cowpea (*Vigna unguiculata*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 63:103-6, 1987.
4. EBEHART, S. A. & RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6:36-40, 1966.

5. FERNANDES, J. B.; SIMPLÍCIO, A. A.; HOLANDA, J. S.; REGOO NETO, J.; BEZERRA NETO, F. & TORRES FILHO, J. Estabilidade e adaptabilidade de germoplasma de caupi por zonas produtoras do Rio Grande do Norte. In: Reunião Nacional de Caupi, 2., 1987, Goiânia-Go. Anais, Goiânia, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, 1987, p. 53.
6. 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, 25:1555-60, 1990.
7. 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, 28:33-7, 1993.
8. FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, M. M. & LOPES, A.C.A. Análise de estabilidade da produtividade em feijão caupi semi-ereto de tegumento mulato através do modelo AMMI. In: Reunião Nacional de Caupi, 5a, Teresina, 2001. Anais, EMBRAPA/CPAMN, 2001, p. 219-24.
9. FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, M.M. & LOPES, A.C.A. Análise de estabilidade da produtividade em feijão caupi semi-ereto de tegumento mulato através do modelo AMMI. In: Reunião Nacional de Caupi, 5a, Teresina, 2001. Anais, EMBRAPA/CPAMN, 2001. p. 227-31.
10. FREIRE FILHO, F. R.; SANTOS A. A. dos; ARAÚJO, A. G. de; CARDOSO M.J. & SILVA, P. H. S.da. BR 17 Gurguéia: nova cultivar de caupi com resistência a vírus para o Piauí. Teresina, EMBRAPA UEPAE de Teresina, 1993. 6p. (Comunicado Técnico, 61).
11. JOBIM, C. I. P.; WESTPHALEN, S. L. & FEDERIZZI, L.C. Análise da interação genótipo x ambiente para o rendimento de grãos em feijão. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 5:161-71, 1999.
12. JOBIM, C. I. P.; WESTPHALEN, S. L. & FEDERIZZI, L.C. Utilização de variáveis ambientais e índice de doença na análise da interação genótipo x ambiente em feijão. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 5:173-82, 1999.
13. JOBIM, C. I. P.; LEMOS, E.C.; BURIN, M.E. & SCHUCK, E. Contribuição de variáveis ambientais à interação genótipo x ambiente em feijão. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 6:27-38, 2000.
14. MIRANDA, P.; CORREIA, E. de B.; CALDAS, G. C.; REIS, O. V. dos; FARIAS, I. & PEREIRA, J. T. Capacidade produtiva das cultivares de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. I – Produção de grãos secos e vagem verde. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, 3:51-9, 1979.
15. 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, 3:61-70, 1979.
16. 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, 23:9-19, 1992.
17. 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, 10:67-76, 1997.
18. MIRANDA, P.; MAFRA, R. C.; QUEIROZ, M. A. & SANTOS, J. P. O. Capacidade produtiva das cultivares de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. III. Melhoramento genético. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, 3: 71-7, 1979.

19. PIANA, C.F.B.; ANTUNES, I.F.; SILVA, J.G.C. & SILVEIRA, E.P. Adaptabilidade e estabilidade do rendimento de grãos de genótipos de feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34: 553-64, 1999.
20. OLIVEIRA, A. F. F.; BARRIGA, R. H. M. P. & PEREIRA, I. C. M. Análise da estabilidade da produtividade em cultivares de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] na região Amazônica. Belém, EMBRAPA - CPATU, 1982. 19p. (Boletim de Pesquisa, 37).
21. RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos & ZIMMREMAN, M. J. de O. Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia, UFG, 1993. 217p.
22. SANTOS, C. A. F.; ARAÚJO, F. P. & MENEZES, E. A. Comportamento produtivo de caupi em regimes irrigado e de sequeiro em Petrolina e Juazeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35:2229-34, 2000.
23. SUDENE. Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Estado do Piauí. Recife, SUDENE, 1990. 236p. (Série Pluviométrica 2).
24. SULOCHANA, K. A. & PETER, K. V. Phenotypic stability in cowpea. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 56: 425-6, 1987.
25. 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*, 22: 485-90, 1987.
26. VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto, *Revista Brasileira de Genética*, 1992. 496p.