



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

ESTIMATIVA DO PROGRESSO GENÉTICO NA PRODUTIVIDADE DE CAUPI DE PORTE SEMI-ERETO NA REGIÃO MEIO-NORTE DO BRASIL¹

F. R. FREIRE FILHO², V. Q. RIBEIRO², A. C. de A. LOPES³ e I. M. SITOLLIN²

Resumo - Foi estimado o ganho genético obtido, em genótipos de porte semi-ereto, no programa de melhoramento de caupi da Embrapa Meio-Norte, no período de 1993 a 2001. Foram analisados dados de 36 ensaios da rede experimental estadual. Foi usado um modelo linear, com efeito de genótipos fixos e os demais efeitos aleatórios. O ganho genético total do período foi de 202,2 kg.ha⁻¹ e o ganho médio anual foi de 25,2 kg.ha⁻¹, correspondendo, respectivamente, a 25,3% e 3,2%. Esses dados demonstram que o esforço realizado para melhorar o potencial produtivo das cultivares de caupi de porte semi-ereto está produzindo bons resultados, comparados aos resultados obtidos em outras culturas anuais autógamas, contudo podem ser melhorados com uma reavaliação de algumas etapas do programa.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, ganho genético.

GENETIC GAIN ESTIMATES OF YIELD OF SEMI-ERECT COWPEA IN MIDDLE NORTH REGION OF BRAZIL

Abstract - This study aimed to estimate the genetic progress attained by the Embrapa Middle-North cowpea breeding program, on the climbing cowpea genotype. Data from a 36 trials experimental net, carried from 1993 to 2001, were used. The statistics followed a linear model, considering the genotype effect as fixed, while all the others were regarded as having random interactions. The statistics followed a linear model, considering the genotype effect as fixed, while all the others were regarded as having random interactions. The estimated total genetic gain in the period was 202,5 kg.ha⁻¹, while the annual genetic gain was 25,3 kg.ha⁻¹, corresponding to a 25,2% and 3,2% gain, respectively. These data indicated that the breeding program efforts to get better yielding semi-erect cowpea cultivars have produced good results, comparable to those obtained by others autogamous annual crops. But increased benefit can be obtained by an improvement of some of the program steps.

Keywords: *Vigna unguiculata*, genetic gain.

Introdução

O melhoramento, embora tendo demandas de curto prazo, tem objetivos e metas, geralmente, de médio prazo, haja visto que o tempo para obtenção de uma nova cultivar, de uma cultura anual, fica entre seis e dez anos. Deste modo o melhoramento genético deve ser contínuo e dinâmico para poder atender as demandas dos consumidores, disponibilizando um produto de boa qualidade a um preço competitivo. E precisam ser monitorados quanto a eficiência na concentração de genes favoráveis nas linhagens elite e conseqüentemente nas cultivares lançadas comercialmente.

Vencovsky (1988) afirma que o ideal seria que fosse instalado um conjunto de ensaios, em diferentes localidades, durante alguns anos, com sementes renovadas de cultivares lançadas em diferentes períodos do melhoramento. Mas reconhece, entretanto, que essa alternativa tem alguns inconvenientes pois requer recursos adicionais além da dificuldade para recuperar as cultivares utilizadas no passado.

Diferentes metodologias têm sido apresentadas e avaliadas na estimação do progresso genético em programas de melhoramento. Vencovsky et al. (1988) apresentam uma metodologia que tem sido uma referência nesses estudos. Breseghello (1995) avaliou a metodologia apresentada por Vencovsky et al. (1988) e duas outras que utilizam regressão para estimar o progresso genético em arroz de terras altas. Concluiu que a metodologia que utiliza regressão e dados ajustados foi a mais precisa em seu estudo. Fonseca Junior (1997) comparou seis metodologias para estimar o progresso genético em feijoeiro comum, apresentada por Vencovsky et al. (1988) duas derivadas dessa metodologia e três que utilizam regressão. Constatou que a metodologia apresentada por Vencovsky et al.

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

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

³Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP 64.006-220, Teresina, PI.

(1988) e as duas derivadas forneceram resultados de magnitude semelhante. Entretanto, embora não apresentando resultado significativo, a metodologia que usou regressão e dados ajustados foi a que forneceu maior coeficiente de determinação. Breseghello et al. (1998) apresentam uma nova metodologia que utiliza o método dos quadrados mínimos generalizado e fornece uma estimativa ponderada do ganho genético médio do período estudado.

O progresso genético tem sido estimado em diferentes culturas. Tomando como exemplo culturas anuais autógamas, como o caupi, podemos citar o progresso genético médio anual estimado em algumas delas: em soja, Toledo et al. (1990), em dois grupos de maturação, obtiveram ganhos de 1,8% e 1,3%; em feijoeiro comum, Abreu et al. (1994), 1,9% e Fonseca Junior (1997), no grupo cores 1,42% e no grupo preto 1,6%; em arroz de sequeiro, Soares & Ramalho (1994a), 4,0%; em arroz irrigado, Soares & Ramalho (1994b), 5,2%, Soares et al. (1994), 1,6%, Rangel et al. (2000), 0,3% e Santos et al. (1999), 0,98%. Consta-se que a maioria das estimativas está abaixo de 2,0%.

O objetivo desse trabalho foi estimar o progresso genético médio anual em caupi de porte semi-ereto, no período de nove anos, obter subsídios para aperfeiçoar o processo de seleção e avaliação de linhagens.

Material e Métodos

Para estimar o progresso genético obtido pelo melhoramento em caupi de porte semi-ereto, no período de 1993 a 2001, foram utilizados os resultados dos ensaios estaduais da Embrapa Meio-Norte, conduzidos em condições de sequeiro (Tabela 1). Os grupos de linhagens foram avaliados em ciclos de três anos sendo então substituídas por novos linhagens, mantendo-se porém as testemunhas que serviram de referência entre os ciclos de avaliação consecutivos. Desse modo se espera que os novos tratamentos introduzidos a cada novo ciclo de avaliação, por hipótese, tenham potencial genético igual ou superior aos que foram excluídos.

Foi utilizada a metodologia apresentada por Vencosky et al. (1988). Essa metodologia avalia a diferença entre a expressão do caráter nos genótipos e um determinado ano em relação aos genótipos do ano imediatamente anterior. Essa diferença é utilizada para o cálculo do ganho genético total. As diferenças entre os tratamentos comuns, em cada par de anos consecutivos, são usadas para estimar o efeito-ano a ser subtraído do efeito total.

O modelo linear adotado foi:

$$Y_i = m + a_i + g_i + e_i; \text{ onde,}$$

Y_i = a média geral dos ensaios no ano i ;

m = a média geral;

a_i = o efeito do ano i comum a todas as testemunhas;

g_i = o potencial genótipo médio de todos os genótipos, exceto as testemunhas, avaliadas no ano i ;

e_i = o ano experimental da média Y_i e mais a média das interações dos tratamentos com o ano i .

O mesmo procedimento foi adotado para o ano Y_{i+1} , onde:

$$Y_{i+1} = m + a_{i+1} + g_{i+1} + e_{i+1},$$

onde os efeitos são os mesmos descritos anteriormente.

Como o objetivo é estimar as diferenças genéticas de um grupo de genótipos avaliados em um ano em relação ao grupo avaliado no ano anterior tem-se o contraste:

$$Y_{i+1} - Y_i = (a_{i+1} - a_i) + (g_{i+1} - g_i) + (e_{i+1} - e_i).$$

Esse contraste confunde as diferenças genotípicas com as de ambiente. Entretanto usando o contraste entre os genótipos que foram comuns nos dois anos de avaliação pode-se, isolar o efeito de ambiente, ou seja:

$$Y_{ci} = m + a_i + g_{ci} + e_i$$

$$Y_{ci+1} = m + a_{i+1} + g_{ci+1} + e_{i+1}$$

$$Y_{ci+1} - Y_{ci} = (a_{i+1} - a_i) + (g_{ci+1} - g_{ci}) + (e_{i+1} - e_i),$$

Desse modo a estimativa do avanço genético (ag) entre os anos i e $i+1$, pode ser obtido pela diferença entre o contraste que avalia todos os tratamentos e o contraste que envolve somente os tratamentos comuns:

$$ag_{i+1,i} + (Y_{i+1} - Y_i) - (Y_{ci+1} - Y_{ci}) = (g_{i+1} - g_i).$$

Com os efeitos de erros experimentais e os devidos às interações são aleatórios e assumindo-se que sejam $N(0, \sigma^2)$ e os efeitos genotípicos fixos, tem-se, em termos de esperança matemática $E(ag_{i+1,i}) = g_{i+1} - g_i$. Portanto, ag_{i+1} pode ser aceito como estimador da modificação genotípica média ocorrida no ano $i+1$ em relação ao ano i , em decorrência dos novos materiais incluídos no ano $i+1$. O ganho genético total do período (GTP) foi obtido pela somatória dos ganhos anuais, ou seja:

$$GTP = \sum_{i=1}^n ag_{i+1,i} + ag_{i+2,i+1} + ag_{i+3,i+2} \dots ag_{i+m,i+1}.$$

O ganho médio anual foi obtido dividindo o ganho genético total do período (GTP) pelo número de anos menos um, ou seja:

$$GMA = GTP / (n - 1)$$

O GTP e o GMN percentuais foram calculados pela divisão dos respectivos valores pela média dos dois primeiros anos, visando assim minimizar o efeito do ambiente sobre a média de rendimento do primeiro ano (Soares & Ramalho, 1994a).

Resultados e Discussão

A partir dos dados apresentados na Tabela 1, constata-se que a variação na produtividade, entre genótipos, dentro de um mesmo ano, não é muito ampla mas há uma grande variação na média dos ensaios de ano para ano. Isso reflete a variação ambiental, principalmente devido a irregularidade na distribuição e na quantidade das precipitações pluviais. Constata-se também que os genótipos têm sido avaliados em grupos, identificam-se três grupos, respectivamente, no período de 1993 a 1995, 1996 a 1998, 1999 a 2001. Com a substituição descontínua de genótipos, a taxa de substituição foi bastante variável, sendo zero por cento, dentro de um ciclo de avaliação, até de 95%, na mudança de um ciclo para outro. Também o ganho genético anual foi descontínuo, comprometendo uma estimativa ponderado do mesmo. Essa estratégia confere maior confiabilidade para o estudo da adaptabilidade e estabilidade, dentro de cada ciclo de avaliação, mas compromete a estimativa do efeito ambiental para o estudo do avanço genético. Isso sugere que a mesma possa ser reavaliada, e, possivelmente, dependendo da precisão média obtida nos ensaios, uma taxa de substituição entre 20% e 50% parece adequada.

O ganho genético total estimado foi de 202,2 kg.ha⁻¹ e o ganho médio anual de 25,3 kg.ha⁻¹, correspondendo, respectivamente, a 25,3% e 3,2% (Tabela 2). Comparando esse ganho aos obtidos em outras culturas anuais autógamas, estimados por essa mesma metodologia, o mesmo foi relativamente alto, haja visto, que Toledo et al. (1990), em soja, em dois grupos de maturação, obtiveram ganhos de 1,8% e 1,3%, Soares & Ramalho (1994a), em arroz de sequeiro, de 4,0%, Soares & Ramalho (1994b) em arroz irrigado, de 5,2%, e Abreu et al. (1994), em feijoeiro comum, de 5,7%.

É importante mencionar que a cultura do feijão caupi está passando por grandes mudanças, tanto nos sistemas de produção, que a cada dia estão se tornando mais tecnificados, como a nível de mercado, onde está havendo uma maior exigência pela qualidade do produto. Isso tem feito a seleção se voltar com mais ênfase para outros caracteres como arquitetura de planta, cor, tamanho, forma e uniformidade de grãos. Possivelmente isso tenha causado uma redução na variabilidade para produtividade, com conseqüências desfavoráveis para o ganho genético. É importante citar também que o porte semi-ereto não é comum no germoplasma local. As linhagens que vêm sendo testadas nesse ensaio, em sua maioria, ou foram introduzidas, principalmente do International Institute of Tropical Agriculture – IITA, Ibadan, Nigéria ou obtidas do primeiro, segundo ou terceiro ciclos de recombinação entre materiais brasileiros e introduzidos. Esses resultados, apesar de satisfatórios, poderão ser melhorados e sugerem que se reavalié algumas etapas do programa, como seleção de parentais, de cruzamentos, tamanho e nível de variabilidade genética das populações segregantes ao longo do avanço das gerações e o número de linhagens abertas por ciclo de seleção, para dar mais eficiência ao programa.

TABELA 1. Rendimento médio de grãos (kg/ha) de linhagens de caupi de porte moita em cultivo de sequeiro, no Estado do Piauí. Embrapa Meio-Norte, 2001.

Nº	Cultivar/linhagem	ANOS								
		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1	TE86-73-3G	1078	738	942						
2	TE86-80-3G	961	573	945						
3	TE89-149-11G	1007	623	912						
4	TE86-80-73F	518	418	560						
5	TE86-80-75F	997	506	664						
6	TE86-80-86F	1115	884	993						
7	TE86-80-102F	858	553	777						
8	TE86-80-111F	1067	713	831						
9	TE89-149-1G	1025	659	890						
10	TE89-149-2G	854	524	696						
11	TE89-149-3G	1058	574	833						

Tabela 1. Continuação

12 TE89-149-4G	969	550	814						
13 TE89-149-5G	1198	569	912						
14 TE89-149-6G	902	311	595						
15 TE89-149-7G	1133	763	963						
16 TE89-149-8G	967	629	830						
17 TE87-158-2G	1150	599	876						
17 TE87-158-2G	1150	599	876						
18 TE89-149-10G	1025	659	873						
19 Vita 7	802	774	972	1071	562	836	427	1144	1753
20 BR 12-Canindé	1011	626	999	838	442	918			
21 CNCx405-2F				1007	529	636			
22 CNCx 405-24F				851	424	591			
23 CNCx 1115-8F				635	481	640			
24 IT81D-1053				1057	444	1010			
25 IT82E-49				659	287	743			
26 IT86D-719				1162	485	1000			
27 IT86D-1010				1023	305	777			
28 IT87D-1951				807	393	736			
29 IT87D-829.5				880	435	670			
30 TE90-170-31F				968	542	578			
31 TE90-172-41F				783	522	638			
32 TE90-172-43E				1170	438	807			
33 TE90-179-17E				1017	503	785			
34 TE90-180-10E				1034	432	711			
35 TE90-180-24E				1035	488	593			
36 TE90-184-4F				688	410	539			
37 TE90-184-17F				898	734	481			
38 IT87D-1627				1055	332	932			
39 EVx 41-5E							474	1425	1515
40 EVx 42-13E							370	1201	1675
41 EVx 47-3E							433	1217	1837
42 EVx 63-1E							325	1181	1610
43 EVx 63-4E							390	1169	1747
44 EVx 63-8E							419	1148	1839
45 EVx 63-10E							290	1249	1875
46 EVx 63-13E							489	1242	1546
47 EVx 63-14E							438	1207	1553
48 EVx80-6E/63							314	1199	1466
49 EVx83-13E							506	1184	1599
50 TE92-242-10E-6-1							443	1105	1528
51 EVx92-49E							425	1254	1748
52 EVx91-2E							337	1327	1638
Nº de ensaios	3	2	5	4	3	3	2	8	6

TABELA 2. Média geral para cada ano, dos tratamentos comuns nos pares de anos sucessivos, ganho genético total e ganho genético médio anual obtidos nos ensaios estaduais semi-eretos. Embrapa Meio-Norte, 2001.

Ano Agrícola	Y_i (kg.ha ⁻¹)	$Y_{ci+1,i}$ (kg.ha ⁻¹)	$Y_{ci+1,i}$ (kg.ha ⁻¹)	$G_{i+1,i}$ (kg.ha ⁻¹)	$G_{i+1,i}$ %
1993	984,8	984,8	--	--	--
1994	612,3	612,3	612,3	0,0	0,0
1995	843,9	985,5	843,9	0,0	0,0
1996	931,9	931,9	954,5	119,0	14,9
1997	459,4	459,4	459,4	0,0	0,0
1998	731,1	836,0	731,1	0,0	0,0
1999	405,3	405,3	427,0	83,2	10,4
2000	1216,8	1216,8	1216,8	0,0	0,0
2001	1661,9	--	1661,9	0,0	0,0
Ganho genético total				202,2	25,3
Ganho genético médio anual				25,3	3,2

Referências

- ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; MARTINS, L.A. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.29, n.1, p.105-112, 1994.
- BRESEGHELLO, F. **Ganhos para a produtividade pelo melhoramento genético do arroz irrigado no Nordeste do Brasil**. Goiânia: UFG, 1995. 93p. Dissertação de Mestrado.
- BRESEGHELLO, F.; MORAIS, O.P. de; RANGEL, P.H.N. A new method to estimate genetic gain in annual crops. *Genetics and Molecular Biology*, Ribeirão Preto, v.21, n.14, p.551-555, 1998.
- 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. (Embrapa-UEPAE de Teresina. Comunicado Técnico, 48).
- FREIRE FILHO, F.R.; SANTOS, A.A. dos; CARDOSO, M.J.; SILVA, P.H.S. da.; RIBEIRO, V.Q. **BR 17 Gurguéia: nova cultivar de caupi com resistência a vírus para o Piauí**. Teresina: Embrapa-CPAMN, 1994. 6p. (Embrapa-CPAMN. Comunicado Técnico, 61).
- FONSECA JÚNIOR, N. da S. **Progresso genético na cultura do feijão no estado do Paraná no período de 1977 a 1995**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 168p. Tese de Doutorado.
- RANGEL, P.H.N.; PEREIRA, J.A.; MORAIS, O.P. de; GUIMARÃES, E.P.; YOKOKURA, T. Ganhos na produtividade de grãos pelo melhoramento genético do arroz irrigado no Meio-Norte do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.8, p.1595-1604, 2000.
- SANTOS, P.G.; SOARES, P.C.; SOARES, A.A.; MORAIS, O.P. de; CORNÉLIO, V.M. de O. Avaliação do progresso genético obtido em 22 anos no melhoramento do arroz irrigado em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.10, p.1889-1896, 1999.
- SOARES, A.A.; RAMALHO, M.A.P.; SOUZA, A.F. de; Estimativa do progresso genético obtido pelo melhoramento de arroz irrigado da EPAMIG, na década de oitenta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.29, n.1, p.97-104, 1994.
- SOARES, A.A.; RAMALHO, M.A.P. **Progresso genético obtido com o arroz de sequeiro em Minas Gerais através do melhoramento, no período de 1974 a 1993**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1994a. p.1-8.

SOARES, A.A.; RAMALHO, M.A.P. **Ganho genético em arroz irrigado por inundação, em Minas Gerais através do melhoramento, durante dezenove anos, em Minas Gerais.** Belo Horizonte: EPAMIG, 1994b. p.1-8.

TOLEDO, J.F.F.; ALMEIDA, L.A. de; KIIHL, R.A. de S.; MENOSSO, O.G. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.25, n.1, p.89-94, 1990.

VENCOVSKY, R.; MORAES, A.R.; GARCIA, J.C.; TEIXEIRA, N.M. Progresso genético em vinte anos de milho no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., 1986, Belo Horizonte. *Anais*. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1988. p.300-307.