

Genética da Produtividade em Feijão-Caupi com Inflorescência Simples e Composta



ISSN 1413-1455

Março, 2016

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Meio-Norte

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 111

Genética da Produtividade em Feijão-Caupi com Inflorescência Simples e Composta

Iradenia da Silva Sousa

Clodoaldo José da Anunciação Filho

Francisco Rodrigues Freire Filho

Valdenir Queiroz Ribeiro

Paulo Fernando de Melo Jorge Vieira

Embrapa Meio-Norte

Teresina, PI

2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires
Caixa Postal 01
CEP 64006-220, Teresina, PI
Fone: (86) 3198-0500
Fax: (86) 3198-0530
www.embrapa.br/meio-norte
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações

Presidente: *Maria Teresa do Rêgo Lopes*

Secretário-administrativo: *Jeudys Araújo de Oliveira*

Membros: *Flávio Favaro Blanco, Lígia Maria Rolim Bandeira, Luciana Pereira dos Santos Fernandes, Orlane da Silva Maia, Adão Cabral das Neves, Braz Henrique Nunes Rodrigues, Fábia de Mello Pereira, Fernando Sinimbu Aguiar, Geraldo Magela Côrtes Carvalho, João Avelar Magalhães, José Almeida Pereira, Laurindo André Rodrigues, Marcos Emanuel da Costa Veloso*

Supervisão editorial: *Lígia Maria Rolim Bandeira*

Revisão de texto: *Francisco de Assis David da Silva*

Normalização bibliográfica: *Orlane da Silva Maia*

Editoração eletrônica: *Jorimá Marques Ferreira*

Foto da capa: *Francisco Rodrigues Freire Filho*

1^a edição (2016): formato digital

Todos os direitos reservados.

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Meio-Norte

Genética da produtividade em feijão-caupi com inflorescência simples e composta / autores, Iradenia da Silva Sousa... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2016. 27 p. ; 21 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio-Norte, ISSN 1413-1455 ; 111).

1. Feijão de corda. 2. Cruzamento. 3. Inflorescência. 4. Produtividade. I. Sousa, Iradenia da Silva. II. Embrapa Meio-Norte. III. Série.

CDD 635.65 (21. ed.)

© Embrapa, 2016

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	13
Conclusões	25
Agradecimentos	25
Referências	26

Genética da Produtividade em Feijão-Caupi com Inflorescência Simples e Composta

Iradenia da Silva Sousa¹

Clodoaldo José da Anunciação Filho²

Francisco Rodrigues Freire Filho³

Valdenir Queiroz Ribeiro⁴

Paulo Fernando de Melo Jorge Vieira⁵

Resumo

A inflorescência composta pode aumentar a produtividade do feijão-caupi, por meio do aumento do número de flores e, consequentemente, do número de vagens por planta. Este trabalho avaliou a genética da produtividade e seus componentes em cruzamentos de feijão-caupi, segregando para inflorescência simples e composta. Realizaram-se cruzamentos entre os genótipos Cacheado-Roxo com inflorescência composta, TVx 5058-09C e

¹Bióloga, doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba, SP

²Engenheiro-agrônomo, D. Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

⁴Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Estatística e Experimentação Agronômica, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

⁵Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

AU 94-MOB-816, ambos com inflorescência simples. Avaliaram-se os genitores, as gerações F_1 e F_2 e os RCs em delineamento de blocos casualizados com seis repetições. O efeito gênico aditivo foi o mais importante no controle genético dos caracteres. As herdabilidades estimadas são de baixa a média magnitude. No cruzamento TVx 5058-09C x Cacheado-Roxo detecta-se diferença significativa, com superioridade da inflorescência simples, no número de dias para o florescimento, número de grãos por vagem e índice de grãos. No cruzamento Cacheado-roxo x AU-94-MOB-816 há diferença significativa, com superioridade da inflorescência simples, no número de dias para o florescimento e com superioridade da inflorescência composta para o número de vagens por planta e produção de grãos por planta.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata* (L.) Walp., componentes de produção, efeito gênico.

Genetic of Cowpea Yield for Simple and Compound Inflorescence

Abstract

The compound inflorescence can increase yield in cowpea, since it would increase the number of flowers and pods per plant. This work studied the genetics of yield and its components in cowpea breeding, segregating for simple inflorescence and compound. There were crosses between the Cacheado-roxo genotypes with compound inflorescence and TVx 5058-09C and AU 94-MOB-816, both with simple inflorescence. Evaluated the parents, F1 and F2 generations and RCs in a randomized block design with six repetitions. The additive gene effect was the most important in the genetic control of traits. The estimated heritability were low to medium magnitude. In TVx 5058-09C x Cacheado-roxo

crossing detect a significant difference, with superiority of simple inflorescence, the number of days to flowering, number of seeds per pod and grain index. In Cacheado-roxo x AU-94-MOB-816 junction there is a significant difference, with superiority of simple inflorescence, the number of days to flowering and inflorescence superiority made for the number of pods per plant and grain yield per plant.

Index terms: *Vigna unguiculata (L.) Walp, yield components, gene effect*

Introdução

Com a crescente demanda por alimento e a concomitante diminuição das áreas apropriadas para expansão de cultivo, o aumento da produtividade constitui um dos principais objetivos em curto, médio e longo prazos dos programas de melhoramento de várias espécies vegetais.

Na busca pelo aumento da produtividade, várias estratégias têm sido usadas, sendo uma delas a reengenharia da arquitetura da planta (ADMS, 1982; COYNE, 1980; HUYGHE, 1998; KELLY, 2001). Também tem havido essa preocupação com o feijão-caupi (FAWOLE; AFOLABE; RAJI, 1985; SINGH; SHARMA, 1996; MACHADO et al., 2007). Segundo Aryeety e Laing (1973), entre os componentes da produtividade em feijão- caupi, o número de vagens por planta é o que está mais fortemente associado à produtividade de grãos por planta. Desse modo, uma das alternativas disponíveis para aumentar a produtividade do feijão-caupi seria o aumento do número de vagens por planta.

Sen e Bhowal (1962) identificaram o gene recessivo *ci*, e Fawole e Afolabi (1983) identificaram o gene recessivo *bp*, os quais condicionam a presença de inflorescência composta em feijão-caupi. No Estado do Ceará e posteriormente no Estado do Piauí, foi coletado um acesso, denominado Cacheado, que possui inflorescência composta. Esse acesso foi descrito por Araújo et al. (1981) e a genética dele foi avaliada por Machado et al. (2007), que concluíram ser o caráter condicionado por um gene recessivo, o qual altera morfologicamente a inflorescência da planta.

Araújo et al. (1981) e Fawole e Afolabi (1983) mencionaram genótipos com inflorescência composta, os quais tendem a produzir mais vagens

em seus pedúnculos do que os genótipos com inflorescência simples. Freire Filho (1988) afirmaram que os genes que condicionam a formação de inflorescência composta mostram-se muito promissores para o melhoramento. Fawole, Afolabi e Raji (1985) fizeram o lançamento da primeira cultivar melhorada com inflorescência composta, denominada *Ife branched peduncle cowpea* ou Ife BPC, conhecida como Ife Bimpe. Destaca-se que foi a única citação de uma cultivar melhorada com inflorescência composta encontrada na literatura.

Todas as cultivares brasileiras têm inflorescência simples. Como esses genes são exóticos, nos cruzamentos desse genitor com genótipos nacionais, é possível que ocorra *linkage drag* e as primeiras progênieis podem não ter padrão comercial. Portanto é fundamental selecionar plantas que mantenham, além da inflorescência composta, também bons caracteres agronômicos, especialmente arquitetura de planta, resistência às doenças, precocidade e produtividade.

Desse modo, este trabalho teve o objetivo de estimar os parâmetros genéticos de caracteres relacionados às inflorescências simples e composta e avaliar como a inflorescência composta interfere na produtividade e seus componentes.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Embrapa Meio-Norte, localizada em Teresina, PI, a uma Latitude de 05° 05' S, Longitude de 42° 48' W Gr e a 72 m de altitude.

Foram feitos cruzamentos entre o genitor Cacheado-roxo (P_1), que apresenta inflorescência composta, procedente da Embrapa Meio-Norte, e os genitores TVx 5058-09C (P_2), oriundo do International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigéria, e AU94-MOB-816 (P_3), procedente da Universidade de Auburn, Alabama, Estados Unidos. Os dois últimos parentais apresentam inflorescência simples. Realizaram-se dois cruzamentos, Cruzamento-1 (CR-1): $P_2 \times P_1$ e Cruzamento-2 (CR-2): $P_1 \times P_3$, em novembro de 2006, em casa de vegetação. Em fevereiro de 2007, nos dois cruzamentos, foram realizados os retrocruzamentos com ambos os parentais e obtidas as gerações F_2 .

O experimento de campo foi conduzido em cultivo de sequeiro, usando-se delineamento experimental em blocos casualizados, com seis repetições. Os genitores P_1 , P_2 e P_3 e as gerações F_1 foram semeados, cada um, em uma parcela por repetição e os retrocruzamentos em duas parcelas e as gerações F_2 , em cinco parcelas por repetição. Cada parcela foi representada por uma fileira de 7,0 m. O espaçamento entre fileiras foi de 1,0 m e dentro da fileira foi de 0,70 m, cultivando-se uma planta por cova. A semeadura foi realizada em 11 de março de 2007.

Os caracteres avaliados em plantas individuais foram: número de dias para o florescimento (NDF), que correspondeu ao número de dias entre a semeadura e a antese da primeira flor; tipo de inflorescência (TI), classificada em simples ou composta; peso das vagens por planta (PV);

número de vagens por planta (NVP); comprimento médio de vagem (CMV), obtido a partir de todas as vagens produzidas pela planta; número de grãos por planta (NGP), obtido pela contagem de todos os grãos produzidos pela planta; e produção de grãos por planta (PGP). Com base nos caracteres avaliados diretamente, foram determinados o número médio de grãos por vagem (NGV), a massa média de 100 grãos (M100G) e o índice de grãos (IG), que se refere à relação entre peso dos grãos dividido pelo peso das vagens produzidas pela planta.

Os estudos genéticos foram realizados com base em médias e variâncias, usando-se os dados dos respectivos parentais, das gerações F_1 e F_2 e dos retrocruzamentos, conforme Mather e Jinks (1984) e Cruz e Regazzi (2004). As análises genético-estatísticas foram efetuadas por meio do Programa Genes (CRUZ, 2001). A comparação das médias dos caracteres entre as plantas com inflorescência simples e as plantas com inflorescência composta foi feita pelo teste “t”, com o número de graus de liberdade obtido pela aproximação de Satterthwaite (1946) (SAS/STAT..., 1990). Fez-se a transformação dos dados em raiz quadrada (\sqrt{x}) para os caracteres número de dias para o florescimento (NDF) e número de vagens produzidas pela planta (NVP).

Resultados e Discussão

As médias e variâncias das populações relativas aos caracteres avaliados nos dois cruzamentos apresentam-se na Tabela 1. As médias das gerações F_1 , tanto no CR-1 (TVx5058-09C [P_2] x Cacheado-roxo [P_1]), quanto no CR-2 (Cacheado-roxo [P_1] x AU94-MOB-816 [P_3]), situaram-se fora dos limites abrangidos pelas médias dos pais nos caracteres NDF, CMV, NGV, NVP e PGP, apresentando o tipo de interação alélica sobredominante. Em ambos os cruzamentos, os valores das médias do caráter NDF se aproximaram da média do parental com ciclo mais precoce. Nos outros caracteres, a sobredominância ocorreu em direção ao maior CMV, NGV, NVP e PGP. Resultados similares foram relatados por Rahman e Saad (2000), em *Vigna sesquipedalis*, no número de dias para 50% do florescimento. Dominância parcial foi relatada no número de vagens por planta (UMAHARAM; ARIYANAYAGAM; HAQUE, 1997) e no número de grãos por vagem (DRABO et al., 1985). Aryeetey e Laing (1973) detectaram dominância parcial no comprimento da vagem e interação aditiva no número de vagens por planta.

Em ambos os cruzamentos (caráter M100G) e no CR-1 (caráter IG), a média da geração F_1 mostrou-se intermediária à média dos parentais, evidenciando interação alélica dominante. No IG do CR-2, a média de F_1 foi similar à média de F_2 e à média dos parentais, indicando interação alélica aditiva. Resultados similares da massa de 100 grãos foram encontrados por Aryeetey e Laing (1973) e Drabo et al. (1985) em *V. unguiculata* (L.) Walp. e por Rahman e Saad (2000) em *V. sesquipedalis* Fruw. Em contraste, Lopes, Gomes e Freire Filho (2003) relataram interação aditiva no peso de 100 grãos.

Tabela 1. Número de plantas avaliadas (n), média (m), variância (σ^2), variância da média ($V_{(m)}$) dos parentais e das gerações segregantes para caracteres relacionados à produtividade em dois cruzamentos de feijão-caupi, segregando para inflorescências simples e composta.

Geração/ Caráter ⁽¹⁾	NDF (dia)				CMV (cm)				NGV				M100G (g)				IG				NVP				PGP (g)			
	N	m	σ^2	$V_{(m)}$	M	σ^2	$V_{(m)}$	M	σ^2	$V_{(m)}$	M	σ^2	$V_{(m)}$	M	σ^2	$V_{(m)}$	m	σ^2	$V_{(m)}$	m	σ^2	$V_{(m)}$	m	σ^2	$V_{(m)}$			
CR-1 - TVx 5058 - 09C (P ₂) x Cacheado-roxo (P ₁)																												
P ₁	40	62,32	27,15	0,68	16,43	2,98	0,07	7,01	2,20	0,06	20,99	7,23	0,18	0,65	0,004	0,00001	10,80	26,47	0,66	16,60	99,77	2,49						
P ₂	41	51,24	24,54	0,60	11,96	2,63	0,06	7,26	3,14	0,08	15,23	2,98	0,07	0,74	0,002	0,00005	12,19	63,46	1,55	14,08	95,16	2,32						
F ₁	56	47,84	11,23	0,20	17,49	3,39	0,06	9,25	3,05	0,05	19,88	3,61	0,06	0,74	0,001	0,00003	15,57	37,89	0,68	28,95	187,82	3,35						
F ₂	243	52,17	51,59	0,21	15,84	7,45	0,03	8,15	4,40	0,02	18,05	13,20	0,05	0,71	0,006	0,00002	13,65	101,41	0,42	21,26	320,99	1,32						
RC ₁	92	51,98	49,05	0,53	17,52	5,42	0,06	8,38	3,49	0,04	20,31	5,86	0,06	0,69	0,004	0,00005	15,88	63,21	0,69	27,34	256,05	2,78						
RC ₂	106	47,29	25,90	0,24	14,22	4,03	0,04	8,29	3,84	0,04	16,70	7,04	0,07	0,75	0,002	0,00002	15,87	72,23	0,68	22,26	204,18	1,93						
CR-2 - Cacheado-roxo (P ₁) x AU 94-MOB-816 (P ₃)																												
P ₁	40	62,33	27,15	0,68	16,43	2,99	0,07	7,01	2,20	0,06	20,99	7,23	0,18	0,66	0,004	0,00001	10,80	26,47	0,66	16,60	99,77	2,49						
P ₃	46	46,63	16,37	0,36	10,89	0,84	0,02	8,73	2,38	0,05	14,96	4,89	0,11	0,75	0,002	0,00004	6,39	13,04	0,28	8,67	35,77	0,78						
F ₁	59	42,08	15,42	0,26	16,90	2,92	0,05	9,15	2,45	0,04	19,61	3,44	0,06	0,71	0,003	0,00006	12,19	30,12	0,51	21,68	102,58	1,74						
F ₂	265	49,19	42,97	0,16	15,18	5,22	0,02	9,03	6,48	0,02	17,79	12,05	0,05	0,70	0,006	0,00002	9,66	45,41	0,17	15,97	151,79	0,57						
RC ₁	69	48,52	53,69	0,78	17,34	4,85	0,07	8,66	4,57	0,07	21,57	11,88	0,17	0,71	0,002	0,00003	13,41	35,54	0,52	24,80	161,91	2,35						
RC ₂	96	43,19	24,79	0,26	13,77	4,02	0,04	9,04	3,57	0,04	16,46	7,96	0,08	0,73	0,003	0,00003	10,14	31,51	0,33	15,04	85,18	0,89						

⁽¹⁾NDF: número de dias para o florescimento; CMV: comprimento médio da vagem; NGV: número de grãos por vagem; M100G: massa de cem grãos; IG: índice de grãos; NVP: número de vagens por planta; PGP: produção de grãos por planta.

O modelo aditivo-dominante não se ajustou em todos os caracteres e por isso adotou-se o modelo completo, com base no qual, pelo teste “t”, detectou-se significância de efeitos epistáticos em vários caracteres (Tabela 2). O efeito aditivo foi significativo nos caracteres NDF, CMV, M100G e IG, em ambos os cruzamentos, e nos caracteres NGV, NVP e PGP, somente no CR-2, demonstrando contribuição significativa do efeito aditivo na herança desses caracteres. Efeito aditivo significativo também foi observado por Drabo et al. (1985) no peso de 100 grãos e número de grãos por vagem, por Lopes, Gomes e Freire Filho (2003) no peso de 100 grãos e por Shakarad et al. (1995), que relataram o efeito aditivo significativo somente nos caracteres comprimento da vagem e número de grãos por vagem. Rahman e Saad (2000), em *V. sesquipedalis* Fruw, relataram o efeito aditivo significativo e positivo no número de dias para o florescimento, número de vagens por planta e peso de 100 grãos.

As estimativas do efeito dominante foram significativas, mais expressivas e também positivas nos caracteres NDF, NVP e PGP, em ambos os cruzamentos; nos caracteres CMV, M100G e IG, somente no CR-2, e no caráter NGV do CR-1, sugerindo grande importância do efeito dominante na expressão desses caracteres. As estimativas do efeito dominante no NDF mostraram-se negativas em ambos os cruzamentos, mostrando que a dominância desse caráter ocorreu em direção ao menor número de dias para o florescimento. Drabo et al. (1985) também observaram a presença do efeito dominante no caráter peso de 100 grãos, porém em menor magnitude que o efeito aditivo. A presença do efeito dominante também foi relatada por Umaharam, Ariyanayagam e Haque (1997) no número de vagens por planta e por Rahman e Saad (2000), em *V. sesquipedalis* Fruw, no número de vagens por planta.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros genéticos e coeficientes de determinação (R^2) com base nas médias das parentais e das gerações F1, F2 e re-trocruzamentos, de caracteres relacionados à produtividade em dois cruzamentos de feijão-caupi, segregando para inflorescências simples e compostas.

Parâmetro ⁽¹⁾ / Caráter ⁽²⁾	NDF (dia)		CMV (cm)		NGV		M100G (g)		IG		NVP		PGP (g)	
	t	R ²	t	R ²	t	R ²	t	R ²	t	R ²	t	R ²	t	R ²
CR-1 - TVx 5058-09C(P₂) x Cacheado-roxo (P₁)														
m	25,62**	79,17	14,74**	58,33	8,10**	90,26	13,49**	57,01	23,57**	91,61	0,73	1,77	0,19	0,14
a	9,81**	11,60	12,01**	38,75	0,68	0,63	11,43**	40,92	6,60**	7,18	0,94	2,93	1,15	5,39
d	5,98**	4,31	1,51	0,61	2,06*	5,84	1,18	0,44	1,87	0,58	3,46**	39,70	3,21**	42,04
aa	3,98**	1,91	0,12	0,00	0,99	1,35	1,56	0,77	1,52	0,38	2,55*	21,65	2,24*	20,47
ad	0,82	0,08	2,92**	2,30	0,65	0,58	1,66	0,87	0,70	0,08	0,51	0,87	1,57	10,09
ad/dd	4,93**	2,93	0,15	0,01	0,99	1,34	0,06	0,001	1,02	0,17	3,15**	33,08	2,31*	21,86
CR-2 - Cacheado-roxo (P₁) x AU 94-MOB-816(P₃)														
m	25,64**	65,79	13,72**	34,95	9,42**	74,48	9,70**	35,39	24,57**	87,57	0,07	0,01	0,66	0,66
a	15,43**	23,83	18,17**	61,31	5,25**	23,14	11,25**	47,57	7,74**	8,70	4,53**	35,04	4,38**	29,23
d	6,88**	4,74	3,11**	1,80	0,51	0,22	3,44**	4,46	2,60*	0,98	3,92**	26,13	4,06**	25,01
aa	5,14**	2,65	1,71	0,54	0,80	0,54	3,70**	5,15	2,38*	0,82	3,41**	19,79	3,36**	17,13
ad	2,21*	0,49	2,17*	0,87	1,32	1,46	3,67**	5,06	2,80**	1,14	1,03	1,79	2,88**	12,59
ad/dd	5,00**	2,50	1,68	0,52	0,43	0,15	2,51*	2,37	2,34*	0,80	3,18**	17,24	3,18**	15,38

^{(1)m}: média das linhagens homozigóticas derivadas de F₂; ^a: medida do efeito genético aditivo; ^d: medida dos desvios da dominância; ^{aa}: medida das interações additiva x additiva; ^{ad}: medida das interações dominante x dominante; ^{(2)NDF}: número de dias para o florescimento; CMV: comprimento médio da vagem; NGV: número de grãos por vagem; M100G: massa de cem grãos; IG: índice de grãos por planta; NVP: produção de grãos por planta; PGP: produção de grãos por planta; * significativo ($p \leq 0,05$); ** significativo ($p \leq 0,01$).

As interações epistáticas aditiva x aditiva M100G e IG foram significativas apenas no cruzamento 2; nos caracteres NDF, NVP e PGP, em ambos os cruzamentos. As estimativas nas interações dominante x dominante mostraram-se negativas, exceto no NDF em ambos os cruzamentos. No caráter CMV, somente a interação aditiva x dominante foi significativa em ambos os cruzamentos. A presença dos efeitos epistáticos foi relatada por Shakarad et al. (1995) no número de dias para o florescimento, número de vagens por planta, peso de 100 grãos e produção de grãos da planta. Rahman e Saad (2000), em *Vigna sesquipedalis* Fruw, também mencionaram a presença de efeitos epistáticos no número de dias para o florescimento, número de vagens por planta e peso de 100 grãos.

Segundo Cruz e Regazzi (2004), a medida denotada por $R^2(\%)$ caracteriza a importância de determinado efeito gênico na variabilidade disponível para o caráter (Tabela 2). Nos caracteres NDF, CMV, M100G e IG, em ambos os cruzamentos, e nos caracteres NGV, NVP e PGP, no CR-2, o efeito aditivo teve maior contribuição na variação total. Nos caracteres NGV, NVP e PGP, no CR-1, o efeito dominante foi o mais significativo. Entre as interações epistáticas, o efeito aditivo x aditivo nos caracteres NDF, M100G, NVP e PGP, no CR-2, foi o mais relevante na variação do caráter. Os efeitos epistáticos dominante x dominante nos caracteres NDF, NVP e PGP, no CR-1; aditivo x dominante no caráter NDF, no CR-1, CMV em ambos os cruzamentos e IG somente no CR-2 foram os mais importantes.

As estimativas das variâncias, das herdabilidades nos sentidos amplo e restrito, do grau médio de dominância e do número de genes para os caracteres avaliados encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Estimativas das variâncias fenotípica, genotípica, aditiva, em razão da dominância, do ambiente, da herdabilidade, do grau médio de dominância e do número de genes de caracteres relacionados à produtividade, com base nos parentais e nas gerações F1, F2 e retrocruzamentos de cruzamentos de feijão-caupi, segregando para inflorescências simples e composta.

Parâmetro	Caráter ⁽¹⁾				
	NDF (dia)	CMV (cm)	NGV	M100G (g)	IG
CR-1	TVx 5058 - 09C (P ₂) x Cacheado-roxo (P ₁)				
Variância fenotípica	51,59	7,45	4,41	13,20	0,006
Variância genotípica	30,62	4,44	1,61	8,60	0,003
Variância aditiva	28,22	5,44	1,48	13,50	0,004
Variância em razão da dominância ⁽²⁾	2,40	0	0,12	0	0
Variância de ambiente	20,97	3,00	2,80	4,60	0,002
Herdabilidade ampla	59,35	59,64	36,46	65,14	54,57
Herdabilidade restrita	54,70	59,64	33,70	65,14	54,57
Grau médio de dominância	0,41	-	0,40	-	-
Número de genes que controlam o caráter	4	11	11	6	8
				6	7

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Parâmetro	Caráter ⁽¹⁾						
	NDF (dia)	CMV (cm)	NGV	M100G (g)	IG	NVP	PGP (g)
Cacheado-roxo (P_1) x AU 94-MOB-816 (P_3)							
CR-2							
Variância fenotípica	42,97	5,22	6,48	12,05	0,006	45,41	151,79
Variância genotípica	23,32	2,97	4,13	6,86	0,002	22,19	72,42
Variância aditiva	7,45	1,57	4,82	4,26	0,007	23,76	56,49
Variância em razão da dominância ⁽²⁾	15,87	1,39	0	2,61	0	0	15,92
Variância de ambiente	19,65	2,25	2,34	5,18	0,003	23,21	79,37
Herdabilidade ampla	54,27	56,86	63,80	56,97	43,46	48,88	47,71
Herdabilidade restrita	17,35	30,16	63,80	35,33	43,46	48,88	37,22
Grau médio de dominância	2,06	1,33	-	1,11	-	-	0,75
Número de genes que controlam o caráter	19	12	7	11	9	13	12

⁽¹⁾NDF: número de dias para o florescimento; CMV: comprimento médio da vagem; NGV: número de grãos por vagem; M100G: massa de cem grãos; IG: índice de grãos; NVP: número de vagens por planta; PGP: produção de grãos da planta;⁽²⁾Os zeros mostram que a variância em razão da dominância foi negativa.

Os valores das variâncias genética e aditiva nos caracteres NDF, CMV, M100G, NVP e PGP, no CR-1, foram maiores que os valores observados no CR-2. A variância aditiva foi maior que a variância em virtude da dominância em todos os caracteres, em ambos os cruzamentos, exceto no caráter NDF, no CR-2. A predominância da variância aditiva também foi relatada por Biradar, Gud e Patil (1993) no número de dias para o florescimento, por Sawant (1994) na produção de grãos da planta e por Singh e Dabas (1992) no número de vagens por planta e produção de grãos da planta. Entretanto, Biradar, Gud e Patil (1993) mencionaram a predominância da variância dominante na produção de grãos por planta e Singh e Dabas (1992), no número de dias para o florescimento. Resultados similares, ou seja, variâncias aditivas maiores que as variâncias em razão da dominância, também foram relatados por Biradar, Gud e Patil (1993) e Umaharam, Ariyanayagam e Haque (1997) no comprimento da vagem e número de vagens por planta e por Sawant (1994), Lopes, Gomes e Freire Filho (2003) e Umaharam, Ariyanayagam e Haque (1997) no peso de 100 grãos. Contudo Biradar, Gud e Patil (1993) mencionaram a predominância da variância dominante no número de grãos por vagem e peso de 100 grãos.

Estimativas negativas dos componentes de variâncias por conta da dominância nos caracteres CMV e M100G no CR-1, NGV no CR-2 e IG e NVP em ambos os cruzamentos foram convertidas em zero, conforme recomendado por Searle (1971), Santana et al. (2002) e Gravina et al. (2004). Scott e Jones (1989) também obtiveram estimativas do componente de dominância negativa. Esses autores consideraram que esse resultado decorreu de um efeito de dominância pequeno ou negligenciável, podendo também decorrer do pequeno

tamanho da população de retrocruzamentos usada. Lobo, Giordano e Lopes (2005) mencionaram estimativas negativas que podem ocorrer, quando o componente de variância é muito pequeno ou em consequência da não adequação do método usado ou, ainda, a possibilidade de erro resultante do julgamento humano.

No CR-1, as herdabilidades no sentido amplo variaram de 36,46% no caráter NGV a 65,14% no caráter M100G; no sentido restrito, nos mesmos caracteres, a variação foi de 33,70% a 65,14%. No CR-2, as herdabilidades no sentido amplo variaram de 43,46% no caráter IG a 63,80% no NGV; no sentido restrito, a variação foi de 17,35% no NDF a 63,80% no NGV. No CR-1, com exceção do caráter NGV, os caracteres apresentaram herdabilidades, tanto no sentido restrito quanto amplo, superiores a 50%. No CR-2, no sentido amplo, apenas os caracteres NDF, CMV, NGV e M100G apresentaram herdabilidades superiores a 50% e, no sentido restrito, apenas o caráter NGV. Drabo et al. (1985) obtiveram no caráter NGV herdabilidade no sentido amplo que variou de 20,8% a 81,5%. As herdabilidades nos sentidos amplo e restrito, estimadas para os caracteres NDF no CR-2, PGP no CR-1 e CR-2, NGV no CR-1, e CMV e M100G no CR-2 são inferiores às apresentadas por Biradar, Gud e Patil (1993). Mostraram-se baixas também quando comparadas às obtidas por Freire Filho, Chambliss e Hunter (2002) nos caracteres NDF, PGP e M100G. Umaharam, Ariyanayagam e Haque (1997) obtiveram estimativas de herdabilidades ampla e restrita no NGV superiores às encontradas neste trabalho. Embora as herdabilidades estimadas neste estudo tenham sido inferiores às obtidas em outros trabalhos, seus valores estão em uma faixa que permite que se faça seleção em todos os caracteres avaliados.

O grau médio de dominância obtidos para o NDF e NGV, no CR-1, e no PGP, em ambos os cruzamentos, sugeriu a existência de dominância parcial. No CR-2, nos caracteres NDF, CMV e M100G, foi constatada sobredominância. Resultados similares foram relatados por Sawant (1994) no número de dias para 50% do florescimento, comprimento de vagem e peso de 100 grãos. Diferentemente, Singh e Dabas (1992) constataram sobredominância na produção de grãos. Freire Filho, Chambliss e Hunter (2002) comprovaram dominância parcial e sobredominância no caráter produção de grãos da planta. O grau médio de dominância nos caracteres CMV e M100G no CR-1, NGV no CR-2 e IG e NVP em ambos os cruzamentos não foram computados, porque a variância de dominância foi considerada nula.

O número de genes que controlaram os caracteres avaliados no CR-1 variou de quatro genes no caráter NDF a 11 nos caracteres CMV e NGV. No CR-2, a variação foi de sete genes no caráter NGV a 19 no NDF. Com exceção do caráter NDF, os números de genes estimados para os mesmos caracteres nos dois cruzamentos foram razoavelmente concordantes. Sawant (1994) estimou apenas um gene na herança dos caracteres número de dias para o florescimento, comprimento da vagem e peso de 100 grãos.

A comparação entre a expressão dos caracteres nas plantas com inflorescências simples e composta encontra-se na Tabela 4. Constatou-se diferença significativa pelo teste “*t*” no NDF das gerações F_2 e dos RCs em ambos os cruzamentos, nos caracteres NGV, IG, NVP e PGP da geração F_2 do CR-1 e no M100G no retrocruzamento do CR-2. Os resultados mostraram que as médias do NDF nas populações com inflorescência simples foram menores que as médias das populações com inflorescência composta. No

caráter M100G, nas gerações F_2 e no RC do CR-1, houve pequeno aumento da massa de 100 grãos nas populações com inflorescência composta, evidenciando dominância do parental Cacheado-roxo. No CR-1, no caráter NGV, houve pequena vantagem das populações com inflorescência simples, indicando dominância da população com esse tipo de inflorescência. Nos caracteres NVP e PGP, no CR-1, constatou-se que não houve diferença entre as populações com inflorescências simples e composta. No CR-2 a média da população com inflorescência composta foi maior que a média da população com inflorescência simples, evidenciando uma contribuição favorável do caráter inflorescência composta na produção de grãos.

A variância aditiva é o componente mais importante para todos os caracteres em ambos os cruzamentos, exceto para o caráter número de dias para o florescimento no cruzamento Cacheado-roxo x AU94-MOB-816. Em autógamas, isso é recorrente e facilita a seleção de genótipos em geração avançada de endogamia.

Em relação ao ciclo até a floração, a classe com inflorescência simples foi consistentemente mais precoce que a com inflorescência composta. Nas demais variáveis, em ambos os cruzamentos e respectivos retrocruzamentos, não houve diferença significativa consistente entre as classes com inflorescências simples e composta. Contudo é importante observar que o número de vagens por planta e a produção por planta, embora não diferindo significativamente, geralmente foram maiores na classe com inflorescência composta. As herdabilidades estimadas foram de baixa ou de média magnitude. Desse modo, a seleção da maioria dos caracteres deve ser feita em gerações mais avançadas.

Tabela 4. Número de plantas (n), médias das populações (m), variância e valor do teste “t” de caracteres relacionados à produtividade de gerações F_2 e RCs de dois cruzamentos de feijão-caupi, segregando para inflorescências simples e composta.

Caráter ⁽¹⁾	Geração F_2	Inflorescência simples			Inflorescência composta			Inflorescência simples			Inflorescência composta		
		n	Média ⁽³⁾	Variância	n	Média ⁽³⁾	Variância	n	Média ⁽³⁾	Variância	n	Média ⁽³⁾	Variância
Caractere ⁽¹⁾			CR-1 ($P_2 \times P_1$)		CR-1 ($P_2 \times P_1$)			CR-2 ($P_1 \times P_3$)		CR-2 ($P_1 \times P_3$)			
NDF(dia) ⁽⁴⁾	194	49,75	27,30	49	61,76	32,94	13,55**	188	46,58	26,27	77	55,57	26,51
CMV(cm)	194	15,83	7,82	49	15,90	6,07	0,19n.s	188	15,32	5,60	77	14,85	4,19
NGV	194	8,30	4,46	49	7,56	3,82	2,33*	188	8,93	6,30	77	9,29	6,89
M100G(g)	194	17,94	11,81	49	18,49	18,83	0,82n.s	188	17,76	12,08	77	17,87	12,28
IG	194	0,72	0,006	49	0,68	0,007	3,03**	188	0,70	0,007	77	0,71	0,006
NVP ⁽⁴⁾	194	13,22	91,13	49	15,61	138,33	1,28n.s	188	8,97	35,33	77	11,36	66,68
PGP(g)	194	20,83	308,30	49	22,96	375,02	0,70n.s	188	14,67	129,84	77	19,15	193,39
Retrocruzamento		RC(F ₁ [P ₂ × P ₁] × P ₁)			RC(F ₁ [P ₂ × P ₁] × P ₁)			RC(F ₁ [P ₁ × P ₃] × P ₁)			RC(F ₁ [P ₁ × P ₃] × P ₁)		
NDF(dia) ⁽⁴⁾	51	48,06	30,58	41	56,85	29,43	7,77**	37	44,86	32,40	32	52,75	45,74
CMV(cm)	51	17,48	6,77	41	17,58	3,88	0,20n.s	37	17,82	4,73	32	16,79	4,55
NGV	51	8,54	3,82	41	8,19	3,10	0,89n.s	37	8,71	5,09	32	8,61	4,10
M100G(g)	51	19,81	5,53	41	20,94	5,70	2,27*	37	21,23	18,38	32	21,97	4,40
IG	51	0,71	0,005	41	0,68	0,005	1,58n.s	37	0,70	0,003	32	0,72	0,001
NVP ⁽⁴⁾	51	16,24	58,50	41	15,44	70,30	0,64n.s	37	13,22	28,34	32	13,63	44,95
PGP(g)	51	27,31	207,58	41	27,37	323,04	0,02n.s	37	24,05	134,06	32	25,65	198,07

⁽¹⁾NDF: número de dias para o florescimento; CMV: comprimento médio da vagem; NGV: número de grãos por vagem; M100G: massa de cem grãos; IG: índice de grãos; NVP: número de vagens por planta; PGP: produção de grãos da planta. ⁽²⁾Valor de “t” com * e ** significativos em níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; n.s.: não significativo. ⁽³⁾Média original. ⁽⁴⁾Dados transformados

em \sqrt{x} .

Conclusões

A variância aditiva é o componente mais importante para todos os caracteres em ambos os cruzamentos.

A classe com inflorescência simples, em relação ao ciclo até a floração, é consistentemente mais precoce que a com inflorescência composta.

O número de vagens por planta e a produção por planta não diferem significativamente entre as classes com inflorescências simples e composta, mas geralmente são maiores na classe com inflorescência composta.

As herdabilidades estimadas em todos os caracteres variam de baixa a média magnitude.

Agradecimentos

À **Embrapa Meio-Norte**, pela permissão do desenvolvimento da pesquisa em seus campos experimentais, em especial aos funcionários do Programa de Melhoramento de Feijão-Caupi, e à FACEPE, pela bolsa de estudos concedida ao primeiro autor.

Referências

- ADAMS, M. W. Plant architecture and yield breeding. *Iowa State Journal of Research*, Ames, v. 56, n. 3, p. 225-254, 1982.
- ARAÚJO, J. P. P. de; SANTOS, A. A. dos; CARDOSO, M. J.; WATT, E. E. Nota sobre a ocorrência de uma inflorescência ramificada em caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Subsp. *unguiculata* no Brasil. *Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 12, n. 1/2, p. 187-193, 1981.
- ARYEETEY, An N.; LAING, E. Inheritance of yield components and their correlation with yield in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Euphytica*, Wageningen, v. 22, n. 2, p. 386-392, 1973.
- BIRADAR, B. D.; GOUD, J. V.; PATIL, S. S. Components of variance, heritability and genetic gain in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. *Annals of Agricultural Research*, Nova Deli, v. 14, n. 4, p. 434-437, 1993
- CRUZ, C. D. **Programa GENES:** versão windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Análise genética de médias e variâncias. In: CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. v. 1, p. 225-357.
- COYNE, D. P. Modification of plant architecture and crop yield by breeding. *HortScience*, Alexandria, v. 15, n. 3, p. 244-247, 1980.
- DRABO, I.; LADEINDE, T. A. O.; REDDEN, R.; SMITHSON, J. B. Inheritance of seed size and number per pod in cowpeas (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 11, p. 335-344, 1985
- FAWOLE, I.; AFOLABI, N. O. Genetic control of a branching peduncle mutant of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *The Journal of Agricultural Science*, Tokyo, v. 100, n. 2, p. 473-475, Apr. 1983.
- FAWOLE, I.; AFOLABI, N. O.; RAJI, J. A. Release of the Ife branched peduncle cowpea. *Tropical Legume Bulletin*, v. 31, p. 15-16, 1985.
- FREIRE FILHO, F. R. Genética do caupi (*Vigna unguiculata* (L.). In: ARAUJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil.** Goiania: EMBRAPA-CNPAF; Ibadan: IITA, 1988. p. 159-229.
- FREIRE FILHO, F. R.; CHAMBLISS, O. L.; HUNTER, A. G. Crossing potential in the production of persistent green seeds in cowpea using gt and gc genes. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, MG, v. 2, n. 2, p. 205-212, 2002.
- GRAVINA, G. de A.; MARTINS FILHO, S.; SEDIYAMA, C. S.; CRUZ, C. D. Parâmetros genéticos da resistência da soja a *Cercospora sojina*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 39, n. 7, p. 653-659, jul. 2004.
- HYUGHE, C. Genetics and genetic modifications of plant architecture in grain legumes. *Agronomie*, Paris, v. 18, p. 383-411, 1998.

- KELLY, J. D. Remaking bean plant architecture for efficient production. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 71, p. 109-143, 2001.
- LOBO, V. L. da S.; GIORDANO, L. de B.; LOPES, C. A. Herança da resistência à mancha-bacteriana em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 4, p. 343-349, jul./ago. 2005.
- LOPES, F. C. da C.; GOMES, R. L. F.; FREIRE FILHO, F. R. Genetic control of cowpea seed sizes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 315-318, abr./jun. 2003.
- MATHER, K.; JINKS, J. L. **Introdução à genética biométrica**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1984. 242 p.
- MACHADO, C. de F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. O.; COSTA, D. S. S.; AMORIM, A. F. de. Herança da inflorescência composta da cultivar de feijão-caupi cacheado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1347-1350, set./out. 2007.
- RAHMAN, M. A.; SAAD, M. S. Estimation of additive, dominance and digenic epistatic interaction effects for certain yield characters in *Vigna sesquipedalis* Fruw. **Euphytica**, Wageningen, v. 114, n. 1, p. 61-66, 2000.
- SAWANT, D. S. Gene control for yield and its attributes in cowpea. **Annals of Agricultural Research**, Nova Deli, v. 15, p. 140-143, 1994.
- SAS/STAT user's guide. Version 6. 4th ed. Cary: SAS Institute, 1990. v.2, 846 p.
- SANTANA, E. S. de; AQUINO, L. H. de; BEARZOTI, E.; OLIVEIRA, A. I. G. de. Avaliação de métodos de estimativa de componentes de variância em modelos em classificação simples com aplicação em bovinos nelore. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1041-1048, set./out. 2002.
- SHAKARAD, M.; ARATHI, H. S.; GANGAPPA, E.; RAMESH, S. Gene action for yield and yield attributes in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Mysore Journal of Agricultural Sciences**, Bangalore, v. 29, p. 289-292, 1995.
- SCOTT, J. W.; JONES, J. B. Inheritance of resistance to foliar bacterial spot of tomato incited by *Xanthomonads campestris* pv.*vesicatoria*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 114, p. 111-114, 1989.
- SEN, N. K.; BHOWAL, J. G. Genetics of *Vigna sinensis* (L.) savi. **Genética**, The Hague, v. 32, n. 1, p. 247-266, Dec. 1962.
- SEARLE, S. R. **Linear models**. New York: Jonh Willey & Sons, 1971. 532 p.
- SINGH, R.; DABAS, B. S. Inheritance of yield and its components in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **International Journal of Tropical Agriculture**, Haryana, v. 10, n. 2, p.161-164, 1992.
- SINGH, B. B.; SHARMA, B. Restructuring cowpea for higher yield. **The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, New Delhi, v. 56, n. 4, p. 389-405, 1996.
- UMAHARAN, P.; ARIYANAYAGAM, R. P.; HAQUE, S. Q. Genetic analysis of yield and its components in vegetable cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). **Euphytica**, Wageningen, v. 96, n. 2, p. 207-213, 1997.



Meio-Norte

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**



CGPE 12772