

RIBEIRO HLC; SANTOS CAF. 2012; COSTA DCC da. Parâmetros genéticos de caracteres da arquitetura e maturação de grãos do feijão caupi. Horticultura Brasileira 30: S4598-S4605.

Parâmetros genéticos de caracteres da arquitetura e maturação de grãos do feijão caupi

Hugo Leonardo Coelho Ribeiro¹; Carlos Antônio Fernandes Santos²; Danielle Carolina

Campos da Costa³

¹ UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana: Av. Transnordestina, s/n, Bairro Novo Horizonte, 44.036-900, Feira de Santana – BA. E-mail: leonardokoelho@hotmail.com

²Embrapa Semiárido - BR 428, Km 152, Zona Rural, Caixa Postal 23, 56.302-970, Petrolina – PE. E-mail: casantos@cpatsa.embrapa.br

³Bolsista PIBIC CNPq/Embrapa Semiárido. CP 23, 56302-970 Petrolina- PE. E-mail: daniellecarolina_58@hotmail.com

RESUMO

O desenvolvimento de plantas de feijão caupi com arquitetura adequada à mecanização total está em fase inicial, sendo importante para a ampliação na forma de cultivo do feijão caupi. Parâmetros genéticos foram estimados pelas médias e variância de gerações segregantes e não segregantes do cruzamento entre BRS Carijó, de tipo ereto, e BR14 Mulato, de tipo enramador, para os caracteres relacionados à maturação (DPM) e alguns da arquitetura de planta, com o objetivo de orientar no desenvolvimento de cultivares de feijão caupi para colheita mecânica ou semimecânica. Para a arquitetura da planta foram analisados os caracteres comprimento do ramo principal (CRP), comprimento do maior ramo secundário (CRS), número de ramos secundários (NRS), número de nós do ramo principal (NOS), porte da planta e hábito de crescimento. As médias dos parentais foram contrastantes para todos os caracteres avaliados. As herdabilidades amplas e restritas foram próximas ou superiores a 50% para todos os caracteres. Os efeitos da média dos parentais e do efeito aditivo foram importantes para os caracteres CRP, NOS e DPM, enquanto para os caracteres CRS e NRS ocorreu também a contribuição de efeitos epistáticos. O porte da planta e o hábito de crescimento apresentaram herança monogênica dominante. Para todos os caracteres analisados, foi estimado número reduzido de genes. Os resultados obtidos indicaram que o desenvolvimento de cultivares de arquitetura de planta adequada à colheita mecânica ou semimecânica pode ser obtido com certa facilidade através de métodos amplamente utilizados no melhoramento de plantas autógamas.

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna unguiculata*, herdabilidade, número de genes, efeitos gênicos.

ABSTRACT

Genetic parameters of characters of plant architecture and maturation of grain cowpea.

The development of cowpea plants with architecture suitable for full mechanization is in early stage and it is important in order to expand cultivation of cowpea. Genetic parameters were estimated by the mean and variance of segregating and not segregating generations of a cross between BRS Carijó, erect type, and BR14 Mulato, climbing prostrate type, for traits related to maturity (DFM) and plant architecture in order to guide the development of cowpea cultivars for mechanical or semi mechanical harvesting. For the plant architecture, the characters length of the main branch (MBL), length of the longest secondary branch (SBL), number of secondary branch (SBN), number of nodes in the main branch (MBN), plant type and habit growth were analyzed. The means of parents were contrasting for all traits. The broad and narrow heritabilities were close to or superior to 50% for all characters. The effects of parent means and additive allele effects were important for the characters MBL, MBN and DFM, while for the characters SBL and SBN the contribution of epistatic effects were also important. The plant type and growth habit exhibited monogenic inheritance in dominance. For all traits, was estimated a reduced number of genes. The results indicated that the development of varieties with plant architecture suitable for mechanical or semi mechanical harvesting can be obtained relatively easily by methods widely used in selfed plants.

Keywords: *Vigna unguiculata*, heritability, number of genes, gene effects.

INTRODUÇÃO

A produção de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) tem aumentado devido aos esforços dos melhoristas e pesquisadores em obter linhagens modernas que melhor se adaptam às atuais formas de cultivo e demandas de consumo. Através de sucessivas pesquisas voltadas para este desafio, cultivares comerciais de feijão caupi vêm passando por mudanças, entre as quais para a arquitetura da planta. Essas mudanças são voltadas para o desenvolvimento de plantas mais eretas, de porte mais compacto, com ramos mais curtos e resistentes ao acamamento.

Os estudos realizados com intuito de obter plantas de feijão caupi com arquitetura compacta devem levar em consideração a importância de cada sistema de cultivo e colheita, podendo ser estes constituídos por monocultura ou para produção em grande escala de colheita mecânica ou até para o consórcio do feijão caupi com outras espécies de colheita manual.

No Estado do Pará, a despesa com a colheita manual representava em 2001 cerca de 30% do custo total de produção, enquanto na colheita semimecanizada, que envolve o corte, o enleiramento e o recolhimento das plantas para beneficiamento por máquinas, essa despesa foi reduzida para 13% do custo total de produção, otimizando o negócio, que atraía compradores de Pernambuco, Ceará, Piauí e outros estados do Nordeste (Gazeta Mercantil, 2001). Esses dados destacam a importância de estudos para o desenvolvimento de cultivares adequadas à colheita mecânica ou semimecânica.

Devido à tendência crescente na busca de genótipos que facilitem a colheita mecanizada em todo processo produtivo da lavoura, os melhoristas têm utilizado como principal critério de seleção a arquitetura da planta. Vários fatores influenciam na arquitetura da planta do feijão caupi e de acordo com Freire Filho et al. (2005) a arquitetura é o resultado da interação dos caracteres: hábito de crescimento; comprimentos do hipocótilo, epicótilo, entrenós, ramos principal e secundário e pedúnculo da vagem; disposição dos ramos laterais em relação ao ramo principal; disposição dos pedúnculos das vagens em relação à copa da planta e consistência dos ramos.

Assim, o objetivo do presente estudo foi estimar parâmetros de caracteres relacionados à arquitetura da planta do feijão caupi, entre os quais, dias para maturação da vagem, comprimento do ramo principal, comprimento do ramo secundário, número de ramos secundários, número de nós do ramo principal, hábito de crescimento e porte da planta, para auxiliar no desenvolvimento de novas cultivares adequadas para a colheita mecânica e semi mecânica ou consórcio com fruteiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Bebedouro da Embrapa Semiárido no município de Petrolina-PE, de fevereiro a abril de 2011. Foram avaliadas populações F₁, F₂, RC₁ e RC₂ do cruzamento entre os genótipos BRS Carijó que apresenta porte ereto, crescimento

RIBEIRO HLC; SANTOS CAF. 2012; COSTA DCC da. Parâmetros genéticos de caracteres da arquitetura e maturação de grãos do feijão caupi. Horticultura Brasileira 30: S4598-S4605.

determinado, sementes do grupo fradinho, ciclo de 58 dias do plantio à primeira colheita, e BR14 Mulato, o qual apresenta porte enramador, crescimento indeterminado, grãos de tegumento marrom, ciclo de 75 dias do plantio à primeira colheita.

As populações, incluindo os parentais, foram plantadas em fileiras com 30m de comprimento e espaçamento de 1,5 m x 0,2 m entre linhas e entre covas, respectivamente, em delineamento genético. Cada planta foi identificada com etiquetas, indicando o número individual da planta e respectiva geração. Bordaduras externas laterais ao experimento foram efetuadas com o plantio de sementes de feijão caupi, tipo 'Canapu'. Tratos culturais adotados no ensaio foram os recomendados ao cultivo irrigado por gotejamento.

Foram analisados os caracteres: a) Dias para maturação de vagem (DPM): número de dias transcorridos do plantio até a maturação de, aproximadamente, 50% das vagens; b) Comprimento do ramo principal (CRP): comprimento, em cm, entre o colo da planta e o ápice do ramo principal; c) Comprimento do maior ramo secundário (CRS): comprimento, em cm, entre o início e o ápice do maior ramo secundário; d) Número de ramos secundários (NRS): número de ramos secundários inseridos no caule da planta; e) Número de nós (NOS): número de nós desde o nó de inserção das folhas unifolioladas até o último nó do ramo principal; f) Hábito de crescimento (HC): 1) Determinado: paralisação do crescimento do ramo principal após emissão das gemas florais; 2) Indeterminado: contínuo crescimento do ramo principal após emissão das gemas florais; g) Porte da planta (PP): 1) Ereto: ramos secundários em relação ao ramo principal formando tipo de planta arbustiva, sem que seus ramos toquem o solo; 2) Enramador: ramos secundários em relação ao ramo principal formando tipo de planta prostrada, fazendo com que seus ramos toquem o solo. Estes foram mensurados individualmente, ou seja, planta a planta em cada geração.

Os parâmetros genéticos, incluindo herdabilidades no sentido amplo e restrito, foram estimados com base em médias e variâncias para o cruzamento BRS Carijó x BR14 Mulato, como descrito por Mather & Jinks (1982) em todos os caracteres avaliados, com exceção de hábito de crescimento e porte da planta. Também foram estimados os efeitos dos genes atribuídos aos efeitos aditivos e de dominância pela análise ponderada dos mínimos quadrados das médias das gerações. Estas análises foram realizadas com o auxílio do software Genes (Cruz, 2006).

Os caracteres hábito de crescimento (HC) e porte da planta (PP), que segregaram para duas classes fenotípicas distintas, a herança foi estudada por meio do teste de qui-quadrado por meio do software Excel do Microsoft Office 2007.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias encontradas para todos os caracteres analisados nos genótipos parentais BRS Carijó e BR14 Mulato demonstraram o contraste necessário para o presente estudo. Segundo Borém (1997), o contraste entre os parentais é de suma importância para estudos de heranças genéticas tornando as estimativas de parâmetros mais precisas.

As médias das gerações F_1 e F_2 obtidas para a maioria das variáveis avaliadas foram intermediárias às médias dos parentais (Tabela 1), sugerindo que o tipo de interação alélica é aditiva, algo de grande importância no processo de seleção. Para as cultivares destinadas à colheita mecanizada, onde é desejável plantas com arquitetura ereta, a seleção deve priorizar genótipos com menores médias dos caracteres CRP, CRS NRS e NOS.

Todas as variâncias foram positivas como o esperado, com exceção da variância devido à dominância dos caracteres CRS e NRS (Tabela 2), onde apresentaram valores negativos, sendo estes considerados como zero. Para os componentes de variância genética foram observados para todos os caracteres analisados que a mesma foi maior que a variância ambiental, indicando pouca influência do ambiente nos caracteres analisados (Tabela 2). A variância aditiva foi a mais importante para a variância genética em todos os caracteres analisados.

Para herdabilidade no sentido amplo (h^2_a), foram encontrados valores próximos ou superiores a 50% para todos os caracteres (Tabela 2), indicando ganho genético favorável nas próximas gerações. Para herdabilidade no sentido restrito (h^2_r) foram obtidos valores iguais aos da herdabilidade no sentido amplo para os caracteres CRS e NRS, isso devido à variância de dominância (σ_d^2) ter sido igualado à zero, ligeiramente inferiores para os caracteres NOS e DPM e inferior para o caractere CRP, sendo que em todos existe uma situação favorável para o acúmulo de alelos que contribuem para os caracteres, exceto CRP, que teve valor inferior a 50% (Tabela 2).

A contribuição relativa dos efeitos da média dos parentais (m) e do efeito aditivo dos genes (a) foi importante para os caracteres CRP, NOS e DPM, enquanto para os caracteres CRS e NRS, além desses efeitos houve contribuição dos efeitos epistáticos aditivo-dominante (ad) (Tabela 3).

Em relação aos caracteres hábito de crescimento e porte da planta de feijão caupi, as análises obtidas nas gerações F_2 e RC_2 mostraram que o qui-quadrado calculado não foi significativo a 5% de probabilidade, indicando que as frequências observadas em F_2 se ajustaram às frequência esperadas de 3 indeterminado/enramador: 1 determinado/ereto, e as frequências observadas em RC_2 se ajustam às frequências esperadas de 1 indeterminado/enramador: 1 determinado/ereto (Tabela 4) indicando que esses caracteres possuem herança monogênica, apresentando dominância para hábito de crescimento indeterminado e porte de planta enramador.

RIBEIRO HLC; SANTOS CAF. 2012; COSTA DCC da. Parâmetros genéticos de caracteres da arquitetura e maturação de grãos do feijão caupi. Horticultura Brasileira 30: S4598-S4605.

Para o número de genes estimados os valores indicaram que os caracteres CRP, CRS, NRS, NOS e DPM são controlados por número reduzidos de genes. O intervalo de confiança do bootstrapping a 5% de probabilidade revela também baixos valores para o número de genes que controlam todos os caracteres, de 1,4 a 16,3 (Tabela 5). Esses valores indicam que é preciso poucos ciclos de seleções para se obter o acúmulo dos alelos dos genes favoráveis nos mencionados caracteres.

REFERÊNCIAS

BORÉM, A. **Melhoramento de Plantas**. Editora UFV, Viçosa. 1997. 547p.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**. Editora UFV. Viçosa (MG). 382p. 2006.

FREIRE FILHO, F. R. et al. **Melhoramento Genético**. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Eds.). Feijão caupi: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 28-92.

GAZETA MERCANTIL. **Colheita do caupi mecanizada no Nordeste do Pará**. 2001. Disponível em: < <http://www.investnews.net/> >. Acesso em: 28 de novembro 2011.

MATHER, K.; JINKS, J. L. **Biometrical genetics**. Chapman and Hall, London, 3o Ed., 1982.



Tabela 1: Número de plantas (N), média (\bar{x}) e variância (σ^2) sem e com transformação para raiz quadrada + 1 (Sqrt) do comprimento do ramo principal (CRP), comprimento do ramo secundário (CRS), número de ramos secundários (NRS), número de nós (NOS) e dias para maturação (DPM) nas gerações P₁, P₂, F₁, F₂, RC₁ e RC₂, do cruzamento BRS Carijó x BR14 Mulato de feijão caupi. (Number of plants (N), mean (\bar{x}) and variance (σ^2) with and without transformation to the square root + 1 (Sqrt) the length of the main branch (CRP), length of the secondary branch (CRS), branch number (NRS), number of nodes (NOS) and days to maturity (DPM) in P₁, P₂, F₁, F₂, BC₁ and BC₂ generations crossing BRS Carijó x BR14 Mulato). Embrapa, Petrolina, 2011.

Variáveis	Normal						Sqrt						
	BRS Carijó	BR14Mulato	F ₁	F ₂	RC ₁	RC ₂	BRS Carijó	BR14Mulato	F ₁	F ₂	RC ₁	RC ₂	
CRP	N	41	34	41	180	89	77	41	34	41	180	89	77
	\bar{x}	50,26	134,88	108,75	111,57	113,31	83,6	7,13	11,55	10,26	10,22	10,36	8,85
	σ^2	64,65	1342,59	1814,28	3497,65	3211,39	2347,43	0,30	2,37	4,50	8,03	6,96	6,31
CRS	N	42	35	43	180	87	82	42	35	43	180	87	82
	\bar{x}	46,19	124,74	91,76	98,1	113,75	57,03	6,82	11,07	9,44	9,58	10,51	7,28
	σ^2	103,18	1694,49	1342,75	2907,8	1949,48	1641,61	0,56	3,19	3,68	7,17	4,27	5,09
NRS	N	44	44	49	185	100	89	44	44	49	185	100	89
	\bar{x}	2,20	5,65	3,14	3,98	4,81	2,73	1,77	2,56	2,01	2,19	2,39	1,91
	σ^2	0,72	2,04	1,33	2,83	1,87	1,15	0,05	0,07	0,08	0,15	0,08	0,07
NOS	N	42	43	45	183	98	82	42	43	45	183	98	82
	\bar{x}	11,09	22,81	16,48	18,60	20,65	14,54	3,47	4,87	4,17	4,38	4,63	3,91
	σ^2	1,50	5,29	4,34	26,04	16,70	14,25	0,03	0,05	0,06	0,34	0,19	0,22
DPM	N	43	46	50	187	102	90	43	46	50	187	102	90
	\bar{x}	61,46	69,58	61,6	63,67	62,2	61,5	8,83	9,34	8,84	8,97	8,88	8,84
	σ^2	1,20	1,27	1,87	5,22	2,93	4,18	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02

Salvador-BA
16 a 20 de julho de 2012

Tabela 2: Estimativas de parâmetros genéticos baseada em médias e variâncias dos caracteres comprimento do ramo principal (CRP), comprimento do ramo secundário (CRS), número de ramos secundários (NRS), número de nós (NOS) e dias para maturação (DPM) do cruzamento BRS Carijó x BR14 Mulato de feijão caupi com dados originais transformados para raiz quadrada + 1 avaliados (Estimates of genetic parameters based on averages and variances of the character length of the main branch (CRP), length of the secondary branch (CRS), branch number (NRS), number of nodes (NOS) and days to maturity (DPM) of the intersection BRS Carijó x BR14 Mulato with original data transformed to square root + 1). Embrapa, Petrolina, 2011.

Parâmetros	Estimativas				
	CRP	CRS	NRS	NOS	DPM
Variância fenotípica	8,031	7,176	0,154	0,342	0,0205
Variância ambiental	2,921	2,783	0,076	0,053	0,0062
Variância genotípica	5,109	4,392	0,078	0,288	0,0143
Variância aditiva	2,784	4,975	0,147	0,266	0,0121
Variância de dominância	2,325	-0,583	-0,071	0,022	0,0021
Herdabilidade ampla (%)	63,62	61,21	49,44	84,31	69,73
Herdabilidade restrita (%)	34,66	61,21	49,44	77,71	59,28

Tabela 3: Soma de quadrados (Sq) e coeficiente de determinação (R^2) na análise de variância mostrando a decomposição não ortogonal da soma de quadrados de parâmetros pelo método de eliminação de Gauss, com base nas médias das variáveis: comprimento do ramo principal (CRP), comprimento do ramo secundário (CRS), número de ramos secundários (NRS), número de nós (NOS) e dias para maturação (DPM) obtidas de plantas em seis populações (P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2) de feijão caupi. (Sum of squares (Sq) and coefficient of determination (R^2) in the analysis of variance showing the non-orthogonal decomposition of the sum of squares of parameters by the method of Gaussian elimination, based on averages of the variables: length of the main branch (CRP), length of the secondary branch (CRS), branch number (NRS), number of nodes (NOS) and days to maturity (DPM) obtained from plants in six populations (P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , BC_1 and BC_2) of beans cowpea.). Embrapa, Petrolina, 2011.

Fonte de variação ¹	CRP		CRS		NRS		NOS		DPM	
	Sq	R^2	Sq	R^2	Sq	R^2	Sq	R^2	Sq	R^2
m	101,7	23,1	123,8	23,7	259,5	33,9	435	24,3	30038	94,5
a	252,4	57,2	172	32,9	202,5	26,4	966	53,9	1181,2	3,8
d	2,6	0,6	5,6	1	0,5	0,1	0,9	0,1	134,3	0,4
aa	4,51	1	7	1,4	1,5	0,2	4,3	0,2	70,8	0,2
ad	77,1	17,5	208,5	40	301,3	39,3	385	21,5	244,1	0,8
dd	2,8	0,6	5,5	1	0,1	0,1	0	0	103,9	0,3
Total	441	100	522	100	765	100	1790	100	31772	100

⁽¹⁾ m=média dos parentais; a=medida do efeito gênico aditivo; d=medida dos desvios de dominância; aa= interação epistática aditivo x aditivo; ad=interação epistática aditivo x dominante; dd=interação epistática dominante x dominante. (m = average of parents, a = measure of additive gene effect, d = measure of dominance deviations; aa = additive x additive epistatic interaction; ad = additive x dominant epistatic interaction; dd = dominant x dominant epistatic interaction.)

Tabela 4: Padrões de segregação para o hábito de crescimento e porte da planta em populações derivadas do cruzamento entre BRS Carijó e BR14 Mulato de feijão caupi e estimativas do χ^2 para testar as hipóteses de segregação 3:1 na geração F₂, e 1:1 na geração RC₂. (Patterns of segregation for growth habit and plant height in populations derived from crosses between BRS Carijó and BR14 Mulato and estimates to test the hypotheses of segregation in the F₂ generation 3:1, and 1:1 in the generation RC₂). Embrapa, Petrolina, 2011.

Populações	Total de Plantas	Hábito de crescimento		χ^2	Porte da Planta		χ^2
		Determinado	Indeterminado		Ereto	Enramador	
BRS Carijó	44	44	0	-	44	0	-
BR14 Mulato	46	0	46	-	0	46	-
F1	50	0	50	-	0	50	-
F2	187	48	139	0,04 ^{ns}	54	133	1,49 ^{ns}
RC1	102	0	102	-	0	102	-
RC2	90	52	38	2,17 ^{ns}	53	37	2,84 ^{ns}

^{ns} Não significativo (P<0,05). (Not significant (P<0,05).)

Tabela 5: Estimativa do número mínimo de genes sem (normal) e com (Sqrt) transformação para raiz quadrada +1 que controlam os caracteres comprimento do ramo principal (CRP), comprimento do ramo secundário (CRS), número de ramos secundários (NRS), número de nós (NOS) e dias para maturação (DPM) derivados do cruzamento entre BRS Carijó e BR14 Mulato de feijão caupi. (Estimated minimum number of genes without (normal) and (Sqrt) +1 square root transformation to the characters that control the main branch length (CRP), length of the secondary branch (CRS), branch number (NRS), number of us (NOS) and days to maturity (DPM) derived from a cross between BRS Carijó and BR14 Mulato). Embrapa, Petrolina, 2011.

Variáveis	Normal		Sqrt	
	Sem bootstraping	Com bootstraping	Sem bootstraping	Com bootstraping
CRP	4,36	5,72 (2,3;15,2)*	4,7	5,82 (2,4;16,3)*
CRS	2,5	3,7 (1,5;9,1)*	2,8	3,5 (1,6;10,0)*
NRS	1,7	-	1,7	-
NOS	2,1	2,2 (1,5;4,1)*	2,2	2,4 (1,4;4,1)*
DPM	3,0	3,4 (1,9;7,6)*	3,2	3,7 (1,9;8,9)*

*Intervalo de confiança a 5% de probabilidade. (*Confidence Interval 5% probability level.)

16 a 20 de julho de 2012