

Estimativa de parâmetros genéticos em *Vigna unguiculata*

Estimates of genetic parameters in *Vigna unguiculata*

Alexandre C. Silva¹, Otoniel M. Morais², Jerffson L. Santos², Lucialdo O. d'Arede², Carlos J. Silva¹ e Maurisrael M. Rocha³

¹ Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, CEP: 18610-307, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: cjsilva@hotmail.com; acarneiroagro@yahoo.com.br, author for correspondence

² Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, CEP: 45083-900 Vitória da Conquista, Brasil. E-mails: moraisom@ig.com; je.lucas@hotmail.com; lucialdo@hotmail.com

³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). CEP: 64006-220, Teresina-PI, Brasil. E-mail: mmrocha@cpamn.embrapa.br

Recebido/Received: 2014.04.30
Aceite/Accepted: 2014.06.30

RESUMO

Este trabalho teve por objetivos estimar parâmetros genéticos e correlações entre componentes da produção e arquitetura da planta, em genótipos de *Vigna unguiculata*, para selecionar caracteres para uso no melhoramento da espécie. Assim, foram avaliados caracteres relativos a componentes da produção e da arquitetura das plantas - início da floração, comprimento da vagem, número de grãos por vagem, peso de cem grãos, comprimento do pedúnculo, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e produtividade de grãos - e os seguintes parâmetros genéticos - coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental, coeficiente de variação genética, coeficiente de variação experimental, coeficiente de determinação genética e quociente *b*. A população estudada apresentou potencial para seleção e ganhos adicionais por meio de cruzamentos com base nos fenótipos para todos os caracteres avaliados. É possível obter genótipos mais precoces e com maior produtividade de grãos por meio da seleção indireta para o número de vagens por planta.

Palavras-chave: feijão-caupi, feijão-frade, melhoramento, produção, seleção

ABSTRACT

The aims of this work were to estimate genetic parameters and correlations between yield components and plant architecture in genotypes of *Vigna unguiculata*, in order to select characters for use in breeding plant. Thus, characters of production components and architecture of plants were evaluated - beginning of flowering, pod length, number of grains per pod, weight of hundred grains, peduncle length, height of the first pod, number of pods per plant and yield grain - and the genetic parameters - coefficient correlation phenotypic, genotypic and environmental, coefficient of genetic variation, experimental coefficient of variation, coefficient of genetic determination and quotient *b* - were estimated: The studied population has a potential for selection and further gains by mating based on phenotype for all traits. It is possible to obtain premature genotypes with higher grain yield through indirect selection for the number of pods per plant.

Keywords: breeding, cowpea, selection, production

Introdução

O feijão-caupi ou feijão-frade, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., é uma leguminosa bastante cultivada nos trópicos semi-áridos África, Brasil e Estados Unidos (Rocha *et al.*, 2009). É um importante alimento, além de ser um componente essencial dos sistemas de produção nas regiões secas dos trópicos, cobrin-

do parte da Ásia, Estados Unidos, Médio Oriente e América Central e do Sul (Singh *et al.*, 2002).

No Brasil, a cultura tem grande importância nas regiões Norte e Nordeste, que têm tradição no seu cultivo, comércio e consumo (Rocha *et al.*, 2009), e desempenha um papel estratégico na segurança alimentar, principalmente para as populações de menor poder aquisitivo, sendo a sua importância

justificada pelo seu alto teor de proteína (Akan-de, 2007), além de empregar mão-de-obra familiar (Cardoso e Ribeiro, 2006). No entanto, a falta de tecnologia para a cultura e o uso de cultivares tradicionais são algumas das razões pelas quais o feijão-caupi apresenta produtividade de grãos muito abaixo do seu potencial produtivo, que pode alcançar 6 000 kg ha⁻¹ (Freire Filho *et al.*, 2005).

O conhecimento da associação entre os principais componentes morfoagronômicos de produtividade é de grande importância nos programas de melhoramento de feijão-caupi, visando o aumento da produtividade de grãos. Há consenso quanto ao fato de que vários componentes, como número de grãos por vagem, comprimento de vagem e peso de cem grãos, estão fortemente relacionados com a produtividade de grãos (Teixeira *et al.*, 2007). Outro importante componente da produção de feijão-caupi é o número de vagens por planta, sendo considerado um dos componentes mais determinantes na produtividade (Oliveira *et al.*, 2013; Stoilova e Pereira, 2013).

Os caracteres que formam a arquitetura da planta de feijão-caupi, tais como o hábito de crescimento e comprimento do hipocótilo, dos entrenós, dos ramos principais e secundários e do pedúnculo, podem resultar em maior ou menor acamamento das plantas, bem como permitir a colheita mecânica ou facilitar a colheita manual (Rocha *et al.*, 2009). Além da produtividade e da qualidade dos grãos, é imprescindível o melhoramento das características relacionadas com a arquitetura da planta, com vista à obtenção de plantas eretas que possibilitem a colheita mecânica (Matos Filho *et al.*, 2009).

O conhecimento da associação entre caracteres agronômicos e morfológicos pode ser primordial quando há necessidade de ser feita seleção simultânea de caracteres. Além disso, ao selecionar caracteres de alta hereditabilidade e de fácil aferição, que evidenciem alta correlação com o caráter desejado, o melhorador poderá obter progressos mais rápidos em relação ao uso da seleção direta (Carvalho *et al.*, 2004).

Por apresentarem características genéticas, fisiológicas e morfológicas intrínsecas (Santos *et al.*, 2009), os genótipos de feijão-caupi respondem de forma diferenciada às condições ambientais dos locais de cultura. Assim, é necessária uma maior compreensão não apenas dos fatores morfoagronômicos ambientais que interagem com o genótipo, mas também dos fatores genéticos que controlam estes caracteres (Omoigui *et al.*, 2006).

O conhecimento da natureza e magnitude da variação existente nos materiais disponíveis para o

melhoramento de plantas e a associação de caracteres relativos aos componentes da produção, por meio de efeitos diretos e indiretos são muito importantes para a seleção de caracteres para uso no melhoramento de plantas (Manggoel *et al.*, 2012). O conhecimento da associação entre os principais componentes da planta é importante porque indica como a seleção para um caráter influencia a expressão de outros caracteres. Por outro lado, nos programas de melhoramento, geralmente, além da melhoria de um caráter principal, procura-se o aprimoramento de outros caracteres da planta (Cruz *et al.*, 2004)

O estudo e a identificação de parâmetros genéticos como o coeficiente de variação genético, hereditabilidade e correlação entre caracteres são de suma importância, pois por meio destes podemos conhecer a variabilidade genética, o grau de expressão de um caráter de uma geração para outra e a possibilidade de ganhos por meio da seleção direta ou indireta (Rocha *et al.*, 2003). As estimativas de parâmetros genéticos são importantes na definição dos métodos de melhoramento a serem utilizados na identificação da natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos, na definição da eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para obtenção de ganhos genéticos e na manutenção da base genética adequada na população (Cruz e Carneiro, 2006).

Os objetivos deste trabalho consistiram em estimar parâmetros genéticos e correlações entre componentes da produção e arquitetura da planta, em linhagens de feijão-caupi, para selecionar caracteres para uso no melhoramento.

Material e Métodos

Foram avaliados oito genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), consistindo das linhagens: CNCx409-11F, TE87-98-8G, TE97-304G-12, TE96-290-12G, TE96-282-22G, MNC99-542F-5, MNC99-541F-5 e MNC04-786B-87-2, desenvolvidas pelo programa de melhoramento genético de feijão-caupi da Embrapa Meio Norte, em Teresina-Piauí, Brasil. O ensaio foi conduzido no período de novembro de 2010 a fevereiro de 2011, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no município de Vitória da Conquista - BA, município situado a 14° 53' de latitude Sul e 40° 48' de longitude Oeste e altitude de 928m, com clima tropical de altitude (Cwa), de acordo com a classificação de Köppen. Foram monitorizadas as temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa do ar e precipitação no local do ensaio (Quadro 1).

Quadro 1 – Médias mensais de temperatura mínima (Tmin), temperatura máxima (Tmax), umidade relativa do ar (UR %) e precipitação (Prep.), em Vitória da Conquista, BA, no período de novembro de 2010 a fevereiro de 2011

Mês/Ano	Tmn (°C)	Tmax (°C)	UR%	Prep. (mm)
11/2010	16,5	27,5	75,3	237,0
12/2010	17,8	27,4	77,3	174,1
01/2011	17,2	27,0	78,0	32,2
02/2011	17,1	28,3	71,0	32,5

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2011)

O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo Háplico Distrófico Tb, com textura média e apresentou os seguintes atributos químicos na camada de 0-20 cm de profundidade: pH em água 5,4; M.O. 18 mg dm⁻³; P 23 mg dm⁻³; K⁺ 0,28 cmolc dm⁻³; Ca²⁺ 2,5 cmolc dm⁻³; Mg²⁺ 0,8 cmolc dm⁻³; Al³⁺ 0,1 cmolc dm⁻³; H⁺+Al³⁺ 2,2 cmolc dm⁻³; V% 62; Zn²⁺ 2,4 mg dm⁻³; Cu²⁺ 0,7 mg dm⁻³; Fe²⁺ 18,0 mg dm⁻³; Mn²⁺ 15,0 mg dm⁻³ e SB 3,6 cmolc dm⁻³. Com base nos resultados, foi realizada adubação nas linhas da plantação, com 10 kg de N ha⁻¹; 30 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 40 kg de K₂O ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com oito tratamentos, representados pelos genótipos, e quatro repetições. A parcela experimental foi constituída por quatro linhas com 5,0 m de comprimento, com área útil representada pelas duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade das linhas. Foram semeadas 12 sementes por metro e realizado o desbaste aos 15 dias após a emergência, deixando-se oito plantas por metro. Devido à diferença de porte da planta, utilizou-se o espaçamento entre linhas de sementeira de 0,50 m para os genótipos TE96-282-22G, MNC99-541F-5, MNC99-542F-5, de porte semiereto, e MNC04-786B-87-2, de porte ereto, e 0,80 m para os genótipos CNCx 409-11F, TE96-290-12G, TE97-304G-12, de porte semiprostrado, e TE87-98-8G, de porte prostrado (Neves *et al.*, 2011).

Quadro 2 – Resumo das análises de variância dos caracteres início da floração (IF), altura de inserção de primeira vagem (AIPV), comprimento da vagem (CVG), comprimento do pedúnculo (CP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de cem grãos (P100G) e produtividade de grãos (PROD) de genótipos de feijão-caupi, Vitória da Conquista, BA, 2010-2011.

FV	GL	Quadrado Médio							
		IF	AIPV	CVG	CP	NVP	NGV	P 100G	PROD
Genótipo	7	54,63**	207,32**	5,4**	55,38**	40,16**	13,49**	31,39**	298.674,45**
Bloco	3	1,36	50,41*	0,3	2,52	8,67*	1,6	0,72	24.033,30
Resíduo	21	0,34	13,15	0,95	8,31	2,39	1,26	0,44	43.197,72
CV%		1,31	10,37	5,74	11,24	13,94	13,02	3,19	11,88

*,**Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Foram avaliados os seguintes caracteres: início da floração (IF) - presença de pelo menos uma flor aberta em 50% das plantas; comprimento de vagem (CVG) - média do comprimento de dez vagens por parcela; número de grãos por vagem (NGV) - média do número de grãos obtidos em dez vagens; peso de cem grãos (P100G) - peso médio de oito repetições de 100 grãos; comprimento do pedúnculo (CP) - comprimento médio dos pedúnculos desenvolvidos no terço inferior de dez plantas; altura da inserção de primeira vagem (AIPV) - medida da distância do nível do solo à inserção da primeira vagem em dez plantas; número de vagens por planta (NVP) - média do número de vagens coletadas em 10 plantas; e, produtividade de grãos (PROD) - estimada em função da produção de grãos por área útil da parcela e transformada de g parcela⁻¹ para kg ha⁻¹, e corrigido para 13 % de teor de água, em base húmida.

Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p < 0,05) e correlacionadas pelo método de Pearson.

As estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F), genotípica (r_G) e ambiental (r_E) entre os pares de caracteres foram obtidas a partir das estimativas das variâncias e covariâncias, segundo Kempthorne (1973), e os coeficientes de variação genética (CV_g), variação experimental (CV_e), quociente b, e determinação genética (R²), foram estimados utilizando-se o software Genes (Cruz, 2006).

Resultados e Discussão

Os resultados do resumo das análises de variância evidenciam que houve diferença significativa entre os genótipos para todos os caracteres avaliados (Quadro 2), situação desejada na seleção de caracteres visando o melhoramento vegetal.

O genótipo CNCx409-11F requereu maior tempo para o início da floração (Quadro 3), diferindo dos demais. Houve correlação simples negativa e altamente significativa entre início da floração e produtividade de grãos (Quadro 4), indicando que o

início da floração é um caráter a ser considerado na seleção de genótipos para o melhoramento do feijão-caupi, e que a partir da população em estudo é possível obter genótipos com maior precocidade e alta produtividade de grãos.

Quadro 3 – Médias dos caracteres início da floração (IF), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), comprimento da vagem (CVG), comprimento do pedúnculo (CP), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), peso de cem grãos (P100G) e produtividade de grãos (PROD) de genótipos de feijão-caupi, Vitória da Conquista, BA, 2010-2011.

Genótipo	IF	AIPV (cm)	CVG (cm)	CP (cm)	NGV	NVP	P100G (g ⁻¹)	PROD (kg ha ⁻¹)
TE96-282-22G	42,5 c	37,5 abc	18,0 a	25,3 b	7,6 bcd	10,3 bcd	20,9 cd	2.102,6 a
CNCx 409-11F	53,5 a	31,3 bcd	16,4 ab	32,8 a	11,7 a	7,0 d	21,1 cd	1.333,0 c
TE97-304G-12	45,0 b	26,7 d	17,7 a	21,8 b	9,9 ab	10,8 bc	19,3 de	1.514,2 bc
MNC04-786B-87-2	43,7 bc	46,1 a	14,8 b	24,7 b	6,3 d	10,8 bc	26,1 a	1.882,5 ab
TE87-98-8G	42,8 c	26,5 d	17,4 a	27,5 ab	9,2 abc	17,5 a	18,2 ef	1.734,6 abc
MNC99-542F-5	42,5 c	41,3 a	18,3 a	27,1 ab	7,5 bcd	10,7 bc	23,5 b	1.948,6 ab
MNC99-541F-5	43,0 c	39,5 ab	16,0 ab	20,8 b	6,9 cd	8,5 cd	21,3 c	1.502,6 bc
TE96-290-12G	43,8 bc	30,7 cd	17,5 a	25,5 b	9,8 ab	13,23 b	17,5f	1.974,5 ab
Média Geral	44,6	34,9	17,0	25,7	8,6	11,1	21,0	1.749,1
DMS	1,4	8,6	2,3	6,8	3,4	3,7	1,6	493,0

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os genótipos MNC04-786B-87-2 e MNC99-542F-5 apresentaram maior altura de inserção de primeira vagem (AIPV) que os genótipos CNCx409-11F, TE97-304G-12, TE96-290-12G e TE87-98-8G (Quadro 3). A AIPV é uma característica importante na obtenção de plantas com ideótipo para a agricultura moderna, na qual são desejadas plantas de porte mais compacto e com maior AIPV. Esse ideótipo permite o aumento da população de plantas, facilitando a colheita mecanizada e favorece a qualidade de sementes, que é afetada em genótipos com menor AIPV devido ao apodrecimento das vagens que entram em contato com o solo. A correlação simples positiva e significativa entre altura de inserção de primeira vagem e produtividade de grãos (Quadro 4) indica a possibilidade de obtenção de plantas com maior produtividade de grãos e de maior AIPV.

ta a colheita mecanizada e favorece a qualidade de sementes, que é afetada em genótipos com menor AIPV devido ao apodrecimento das vagens que entram em contato com o solo. A correlação simples positiva e significativa entre altura de inserção de primeira vagem e produtividade de grãos (Quadro 4) indica a possibilidade de obtenção de plantas com maior produtividade de grãos e de maior AIPV.

Quadro 4 – Estimativas de correlações simples entre início da floração (IF), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), comprimento da vagem (CVG), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), comprimento do pedúnculo (CP), peso de cem grãos (P100G) e produtividade de grãos (PROD), em genótipos de feijão-caupi, Vitória da Conquista, BA, 2010-2011.

	AIPV	CVG	NVP	NGV	CP	P100G	PROD
IF	-0,244	-0,21	-0,454**	0,612**	0,543**	-0,006	-0,549**
AIPV		-0,272	-0,28	-0,565**	-0,068	0,797**	0,387*
CVG			0,277	0,251	0,177	-0,430*	0,341
NVP				-0,054	-0,021	-0,376*	0,395*
NGV					0,458**	-0,543**	-0,350*
CP						-0,038	-0,114
P100G							0,141

*,**Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Houve correlação negativa entre o comprimento de vagem e peso de cem grãos (Quadro 4), permitindo inferir que a seleção para o aumento do comprimento de vagem pode diminuir o peso de cem grãos, concordando com os resultados obtidos por Andrade *et al.* (2010).

O comprimento do pedúnculo foi maior no genótipo CNCx409-11F do que nos genótipos TE96-282-22G, TE97-304G-12, MNC04-786B-87-2, MNC99-541F-5 e TE96-290-12G (Quadro 3). Segundo Rocha *et al.* (2009), o comprimento do pedúnculo representa um dos caracteres que influenciam diretamente a arquitetura da planta de feijão-caupi. Além de influenciar a arquitetura da planta, o tamanho do pedúnculo pode estar relacionado também com a produtividade de grãos.

Houve correlação significativa e negativa entre o número de grãos por vagem e o peso de cem grãos (Quadro 4). Correlações negativas e significativas entre o número de grãos por vagem e o peso de cem grãos também foram encontradas por Silva e Neves (2011), mostrando que a seleção para aumento do número de grãos por vagem pode levar à redução do peso de cem grãos.

O genótipo TE87-98-8G apresentou o maior número de vagens por planta (Quadro 3). O número de vagens por planta correlacionou-se significativamente e positivamente com a produtividade de grãos (Quadro 4), permitindo inferir que a seleção para o aumento do número de vagens por planta favorece o aumento da produtividade de grãos. Mohammed *et al.* (2009) encontraram correlação positiva entre o número de vagens por planta e o número de sementes por planta. Stoilova e Pereira (2013), ao avaliarem genótipos de feijão-caupi por meio de descritores morfológicos, concluíram que

os componentes mais importantes da produtividade de grãos são o número de vagens por planta e o número de sementes por planta.

O genótipo MNC04-786B-87-2 apresentou o maior peso de cem grãos entre os genótipos estudados (Quadro 3). O caráter peso de cem grãos apresentou correlação simples negativa e significativa com os caracteres comprimento de vagem, número de vagens por planta e número de grãos por vagem (Quadro 4), permitindo inferir que a seleção para o aumento desses componentes pode resultar na redução do peso de cem grãos.

A média de produtividade de grãos 1 749,1 kg ha⁻¹ demonstra a boa adaptação produtiva dos genótipos ao local de cultivo. A correlação significativa e positiva entre o número de vagens por planta e a produtividade de grãos e a correlação negativa entre o número de vagens por planta e o peso de cem grãos, indicam que o número de vagens por planta foi um dos componentes que mais influenciou a produtividade de grãos, e que o aumento desse componente tem efeito compensatório na redução do peso de cem grãos (Quadro 4).

As estimativas dos coeficientes de variação genética (CV_g) indicam a existência de variabilidade genética para todos os caracteres estudados, o que possibilita a seleção para o melhoramento (Quadro 5). O CV_g de 27,1% para o número de vagens por planta é considerado alto e indica que o número de vagens por planta é o caráter com maior variabilidade entre os caracteres estudados e o que apresenta maior probabilidade de sucesso com a seleção. Adewale *et al.* (2010) e Bertini *et al.* (2009) encontraram CV_g para o número de vagens por planta de 18,95% e 17,38, respectivamente, inferior ao encontrado nesse estudo.

Quadro 5 – Estimativas dos coeficientes de variação genética (CV_g%), coeficiente de variação experimental (CV_e%), coeficiente de herdabilidade (R²) e quociente b para início da floração (IF), altura de inserção de primeira vagem (AIPV), comprimento da vagem (CVG), comprimento do pedúnculo (CP), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), peso de cem grãos (P100G) e produtividade de grãos (PROD) em genótipos de feijão-caupi, Vitória da Conquista, BA, 2010-2011.

Parâmetro	IF	AIPV	CVG	CP	NGV	NVP	P100G	PROD
CV _g (%)	8,26	19,91	6,19	13,38	20,3	27,71	13,25	14,44
CV _e (%)	1,3	10,37	5,74	11,24	13,02	13,94	3,18	11,88
R ² _m (%)	99,37	93,65	82,29	84,98	90,67	94,05	98,57	85,53
Quociente b	6,31	1,92	1,08	1,19	1,55	1,98	4,15	1,21

Os valores de CV_g encontrados neste estudo, em teoria, revelam o quanto a variabilidade genética contribui para a expressão fenotípica dos caracteres. Desta forma, os caracteres comprimento de vagem e início da floração, que apresentam menores CV_g que os demais caracteres (Quadro 5), apresentam maiores dificuldades para seleção e ganhos genéticos esperados.

Em geral, os CV_g encontrados estão em conformidade com os obtidos em trabalhos de outros autores. Matos Filho *et al.* (2009) obtiveram CV_g de 2,28, 11,99, 11,13 % para os caracteres início da floração, número de grãos por vagem e peso de cem grãos, respectivamente; Benvindo *et al.* (2010) encontraram CV_g de 1,62% para o início da floração, e 15,05% para produtividade de grãos; Correa *et al.* (2012) encontraram CV_g de 13,82% para o número de grãos por vagem e 2,42% para início da floração. O valor de CV_g obtido por Adewale *et al.* (2010) para o número de grãos por vagem (8,73%) foi inferior ao encontrado nesse estudo, já para o comprimento de vagem as estimativas foram semelhantes (5,70%) e para peso de cem grãos (16,05%) o valor foi ligeiramente superior. Silva e Neves (2011), trabalhando com linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Teresina-PI, encontraram CV_g de 4,68% para o comprimento de vagem, 5,12% para número de grãos por vagem, 10,98% para peso de cem grãos e 15,20% para a produtividade de grãos.

Conforme a classificação de Pimentel-Gomes e Garcia (2002), as estimativas de coeficientes de variação experimental (CV_e) mostram que, em geral, houve boa precisão dos ensaios (Quadro 5). As estimativas dos coeficientes de determinação genética de alta magnitude ($R^2 > 0,7$) e valores de quociente b acima de 1,0 (Quadro 5) demonstram que a maior parte da variação fenotípica é atribuída a causas genéticas, e que há grandes possibilidades de ganhos com a seleção. A magnitude das estimativas dos coeficientes de determinação genética encontradas neste estudo permite inferir que há amplas possibilidades de ganhos genéticos para com a seleção de todos os caracteres (Rocha *et al.*, 2003).

As correlações genotípicas apresentaram, em geral, estimativas superiores às correlações ambientais e correlações fenotípicas (Quadro 6). Isso indica que a expressão fenotípica dos caracteres estudados teve maior contribuição dos fatores genéticos em relação aos fatores ambientais. Resultados semelhantes foram encontrados por Rocha *et al.* (2003), Machado *et al.* (2008), Matos Filho *et al.* (2009) e Correa *et al.* (2012).

Houve boa concordância de sinais entre as estimativas de correlações genotípicas e ambientais (Qua-

dro 6). Tal concordância indica que as causas das variações genéticas e ambientais influenciam essas características em mecanismos fisiológicos semelhantes (Falconer e Mackay, 1996).

O caráter início da floração apresentou correlações genotípicas e fenotípicas positivas e significativas com número de grãos por vagem e comprimento do pedúnculo, e negativas e significativas com a produtividade (Quadro 6). As correlações r_F e r_G entre início da floração e produtividade de grãos indicam que a seleção para redução do início da floração pode favorecer o aumento da produtividade de grãos, o que pode ser confirmado por meio da comparação de médias, em que os genótipos TE96-282-22G, MNC04-786B-87-2, MNC99-542F-5 e TE96-290-12G com IF de 42,5, 43,7, 42,5 e 43,8 dias, respectivamente, para o início da floração, apresentaram maior produtividade de grãos que o genótipo CNCx 409-11F com início da floração de 53,3 dias (Quadro 3). A redução do número de grãos por vagem por meio da seleção para redução do tempo para o início da floração não diminui a produtividade de grãos, pois além do número de grãos por vagem apresentar correlações fenotípicas e genotípicas significativas e negativas com a produtividade de grãos, correlações fenotípicas e genotípicas negativas entre número de grãos por vagem e o peso de cem grãos (Quadro 6) indicam que a redução do número de grãos por vagem pode ser compensada pelo aumento do peso de cem grãos. Correlações fenotípicas e genotípicas negativas entre número de grãos por vagem e peso de cem grãos foram também encontradas por Andrade *et al.* (2010).

Entre os componentes da produção, apenas o número de vagens por planta apresentou correlação genotípica e fenotípica significativa e positiva com a produtividade de grãos (Quadro 6), o que permite inferir que este caráter é o que mais influenciou a produtividade de grãos, e deve ser considerado para o aumento da produtividade de grãos por meio da seleção indireta. A correlação positiva entre número de vagens por planta e produtividade de grãos é encontrada tanto em populações formadas por genótipos de hábito prostrado (Lopes *et al.*, 2001), ereto (Matos Filho *et al.*, 2009) como em populações formadas por genótipos com diferentes tipos de porte (Oliveira *et al.*, 2003).

Kahn e Stoffella (1985) sugeriram que o aumento do número de vagens por planta pode levar ao aumento da produtividade de grãos. No entanto para aumentar o caráter número de vagens por planta, deve-se modificar a arquitetura do feijão-caupi, para que mais vagens sejam formadas e mantidas até a maturidade (Adams, 1982).

Quadro 6 – Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F), genotípica (r_G) e ambiental (r_A) para os caracteres início da floração (IF), altura de inserção de primeira vagem (AIPV), comprimento da vagem (CVG), número de vagem por planta (NVP), número de grãos/vagem (NGV), comprimento do pedúnculo (CP), peso de 100 grãos (P100G) e produtividade (PROD) em genótipos de feijão-caupi, Vitória da Conquista, BA, 2010-2011.

Caráter		AIPV	CVG	NVP	NGV	CP	P100G	PROD
IF	r_F	-0,28	-0,24	-0,53	0,75**	0,68**	-0,02	-0,69**
	r_G	-0,29	-0,26	-0,55**	0,80**	0,74**	-0,02	-0,74**
	r_A	-0,17	-0,24	0,15	-0,33	0,05	0,01	-0,07
AIPV	r_F		-0,46	-0,41*	-0,81**	-0,2	0,89**	0,38*
	r_G		-0,55	-0,45**	-0,89**	-0,28	0,91**	0,37*
	r_A		0,22	0,19	0,13	0,47**	0,37	0,47
CVG	r_F			0,29	0,26	0,11	-0,54**	0,34
	r_G			0,32	0,27	0,07	-0,59**	0,34
	r_A			0,16	0,24	0,32	-0,12	0,34
NVP	r_F				-0,02	-0,04	-0,46**	0,40*
	r_G				0,01	-0,05	-0,49**	0,40*
	r_A				-0,37*	0,03	0,29	0,43*
NGV	r_F					0,59**	-0,62**	-0,53**
	r_G					0,66**	-0,65**	-0,62**
	r_A					0,11	-0,12	0,14
CP	r_F						-0,03	-0,13
	r_G						-0,04	-0,14
	r_A						-0,01	-0,05
P100G	r_F							0,12
	r_G							0,12
	r_A							0,27

*,**Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

A seleção de caracteres da arquitetura de planta em feijão-caupi tem sido sugerida para o aumento da produtividade de grãos. Lopes *et al.* (2001) evidenciaram que a produtividade de grãos pode ser melhorada mediante a seleção para um aumento no número de ramos secundários. Machado *et al.* (2008)

encontraram alta correlação positiva genotípica e fenotípica entre o número de nós do ramo principal e o número de ramos laterais com a produtividade. Matos Filho *et al.* (2009) encontraram correlações genotípica e fenotípica positivas para o número de nós do ramo principal com a produtividade e com o

número de vagens por planta, o que evidencia que o aumento do número de nós do ramo principal eleva a produtividade por meio do aumento do número de vagens por planta.

Oliveira *et al.* (2003) observaram efeitos diretos negativos da altura e do peso de matéria seca da planta na produtividade de grãos, efeitos negativos da altura de planta sobre o número de vagens por planta, e efeitos diretos positivos do número de vagens por planta na produtividade. Para esses autores, os efeitos negativos do peso de matéria seca resultam da competição entre os drenos vegetativos e reprodutivos, que ocorre principalmente nos genótipos de hábito de crescimento indeterminado, devido à mobilização de fotoassimilados para o crescimento vegetativo ao mesmo tempo em que ocorre o desenvolvimento de vagens e enchimento de grãos. Os resultados demonstram que a altura e o peso seco da planta não são tão importantes na seleção para o aumento da produtividade, devendo-se priorizar o número de nós do ramo principal para elevar o número de vagens, o qual pode ser considerado o componente de produção com maior expressão na produtividade de grãos de feijão-caupi.

Conclusões

A população apresenta potencial para seleção e ganhos adicionais por meio de cruzamentos com base nos fenótipos, para todos os caracteres avaliados.

As correlações negativas genotípicas e fenotípicas entre início da floração e produtividade possibilitam a obtenção de genótipos mais precoces e com maior produtividade de grãos.

O aumento da produtividade de grãos pode ser obtido por meio da seleção indireta para o aumento número de vagens por planta, devido às correlações positivas entre esses componentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FABESP, pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor.

Referências Bibliográficas

- Adams, M. W. (1982) - Plant architecture and yield breeding. *Iowa State Journal of Research*, vol. 56, n. 3, p. 225-254.
- Adewale, B.D., Okonji, C.; Oyekanmi, A.A.; Akintobi, D.A.C. e Aremu, C.O. (2010) - Genotypic variability and stability of some grain yield components of Cowpea. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 5, n. 9, p. 874-880.
- Akande, S.R. (2007) - Genotype by environment interaction for cowpea seed yield and disease reactions in the forest and derived savanna agro-ecologies of south-west Nigeria. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science*, vol. 2, n. 2, p. 163-168.
- Andrade, F.N.; Rocha, M.D.M.; Gomes, R.L.F.; Freire Filho, F.R. e Ramos, S.R.R. (2010) - Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 41, n. 2, p. 253-258.
- Benvindo, R.N.; Silva, J.A.L.; Freire Filho, F.R.; Almeida, A.L.G.; Oliveira, J.T.S. e Carvalho Bezerra, A.A. (2010) - Avaliação de genótipos de feijão-caupi de porte semi-prostrado em cultivo de sequeiro e irrigado. *Comunicata Scientiae*, vol. 1, n. 1, p. 23-28.
- Bertini, C.H.C.M.; Teófilo, E.M. e Dias, F.T.C. (2009) - Divergência genética entre acessos de feijão-caupi do banco de germoplasma da UFC. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 40, n. 1, p. 99-105.
- Cardoso, M.J. e Ribeiro, V.Q. (2006) - Desempenho agrônomico do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função de espaçamento entre linhas e densidade de plantas sob regime de sequeiro. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 37, n. 1, p. 102-105.
- Carvalho, F.I.C.; Lorenzetti, C. e Benin, G. (2004) - *Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal*. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 142 p.
- Correa, A.M.; Ceccon, G.; Correa, C.M.D.A. e Delben, D.S. (2012) - Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos em feijão-caupi. *Revista Ceres*, vol. 59, n. 1, p. 88-94.
- Cruz, C.D.; Regazzi, A.J. e Carneiro, P.C.S. (2004) - *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3.ed. Viçosa, UFV, 480 p.
- Cruz, C.D. (2006) - Programa genes - Versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, UFV.
- Cruz, C.D. e Carneiro, P.S.C. (2006) - *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa, UFV. 585 p.
- Falconer, D.S. e Mackay, T.F.C. (1996) - *Introduction to quantitative genetics*. England, Longman. 463 p.
- Freire Filho, F.R.; Lima, J.A de A. e Ribeiro, V.Q. (2005) - *Feijão-caupi: avanços tecnológicos*. Embrapa Informação Tecnológica, Teresina, PI, Embrapa Meio-Norte. 519 p.

- Kahn, B.A. e Stoffella, P.J. (1985) - Yield components of cowpea in two environments. *Crop Science*, vol. 25, n. 1, p. 179-182.
- Kemphthorne, O. (1973) - *An Introduction to Genetic Statistics*. Iowa State University Press, Ames. 545 p.
- Lopes, A.C.A.; Freire Filho, F.R.; Silva, R.B.Q.; Campos, F.L. e Rocha, M.M. (2001) - Variabilidade e correlações entre caracteres agronômicos em caupi (*Vigna unguiculata*). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 36, n. 3, p. 515-520.
- Machado, C.F.; Teixeira, N.J.P.; Freire Filho, F.R.; Rocha, M.M.; Gomes, R.L.F. (2008) - Identificação de genótipos de feijão-caupi quanto à precocidade, arquitetura da planta e produtividade de grãos. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 39, n. 1, p. 114-123.
- Manggoel, W.; Uguru, M.I.; Ndam, O.N. e Dasbak, M.A. (2012) - Genetic variability, correlation and path coefficient analysis of some yield components of ten cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) accessions. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, vol. 4, n. 5, p. 80-86.
- Matos Filho, C.H.A.; Gomes, R.L.F.; Rocha, M.M.; Freire Filho, F.R. e Lopes, A.C.A. (2009) - Potencial produtivo de progênies de feijão-caupi com arquitetura ereta de planta. *Ciência Rural*, vol. 39, n. 2, p. 348-354.
- Mohammed, M.S.; Russom, Z. e Abdul, S.D. (2009) - Inheritance of hairiness and pod shattering, heritability and correlation studies in crosses between cultivated cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) and its wild (var. *pubescens*) relative. *Euphytica*, vol. 171, n. 3, p. 397-407.
- Neves, A.; Câmara, J.; Cardoso, M.; Silva, P. e Sobrinho, C. (2011) - Cultivo do feijão-caupi em Sistema Agrícola Familiar. *Circular técnica 51*. Embrapa Meio Norte, Teresina, Piauí.
- Oliveira, O.M.S.; Silva, J.F.; Ferreira, F.M.; Silva Klehm, C., e Borges, C.V. (2013) - Associações genotípicas entre componentes de produção e caracteres agronômicos em feijão-caupi. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 44, n. 4, p. 851-857.
- Omoigui, L.O.; Ishiyaku, M.F.; Kamara, A.Y.; Alabi, S.O. e Mohammed, S.G. (2006) - Genetic variability and heritability studies of some reproductive traits in cowpea. *African Journal of Biotechnology*, vol. 15, n. 13, p. 1191-1195.
- Pimentel-Gomes, F. e Garcia, C.H. (2002) - *Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos*. Piracicaba, FEALQ, 309 p.
- Rocha, M. de M.; Campelo, J.E.G.; Freire Filho, F.R.; Ribeiro, V.Q. e Lopes, A.C. de A. (2003) - Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi de tegumento branco. *Revista Científica Rural*, vol. 8, n. 2, p. 135-141.
- Rocha, M. de M.; Carvalho, K.L.M.; Freire Filho, F.R.; Lopes, A.C. de A.; Gomes, R.L.F. e Sousa, I.S. (2009) - Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 44, n. 3, p. 270-275.
- Santos, J.F.; Granjeiro, J.I.T.; Brito, C.H. e Santos, M. do C.C.A (2009) Produção e componentes produtivos de variedades de feijão-caupi na microregião Cariri paraibano. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, vol. 6, n. 1, p. 214-222.
- Silva, J. A. L. D. e Neves, J. A. (2011) - Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 42, n. 3, p. 702-713.
- Singh, B.B.; Ehlers, J.D.; Sharma, B.; Freire Filho, F.R. (2002) - Recent progress in cowpea breeding. In: Fatokun, C.A.; Tarawali, S.A.; Singh, B.B.; Kormaw, A.P.M.; Tamò, M. (Eds.) - *Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production*. Ibadan, IITA, p. 22-40.
- Stoilova, T. e Pereira, G. (2013). Assessment of the genetic diversity in a germplasm collection of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) using morphological traits. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 8, n. 2, p. 208-215.
- Teixeira, N.J.P.; de Fátima Machado, C.; Freire Filho, F.R.; de Moura Rocha, M. e Gomes, R.L.F. (2007) - Produção, componentes de produção e suas inter-relações em genótipos de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] de porte ereto. *Revista Ceres*, vol. 54, n. 314, p. 374-382.