



Estimativas de parâmetros genéticos em Genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semiereto

Estimates of genetic parameters of cowpea genotypes upright and semi-erect plants

Jiuli Ani Vilas Boas Regis¹, Vanessa da Silva Molinas², Adriano dos Santos³, Agenor Martinho Correa², Gessi Ceccon⁴

¹ Monsanto – CanaVialis, Melhoramento genético em Cana-de-açúcar, Monsanto do Brasil. Via Anhanguera km 104,5 Cond. Techno Park CEP: 13069-380, Campinas-SP. E-mail: jiuli.b.regis@monsanto.com

² Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Faculdade de Agronomia, Aquidauana, MS

³ Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados, MS

⁴ Embrapa Agropecuária Oeste (CPAO), Dourados, MS

Recebido em: 12/08/2012

Aceito em: 18/11/2013

Resumo. As estimativas de parâmetros genéticos permitem mensurar a variabilidade genética presente numa população e constituem-se numa das etapas iniciais num programa de melhoramento genético. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o potencial para melhoramento genético de uma população composta por 16 genótipos de feijão-caupi, de porte ereto e semiereto, entre cultivares e linhagens avançadas. Foram estimados parâmetros genéticos e fenotípicos e correlações entre os caracteres morfoagronômicos da população. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade de Aquidauana, no ano agrícola 2010/2011 em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. A unidade experimental constou de quatro linhas de plantas com 5 metros de comprimento cada, espaçadas a 0,50 metros entre si, considerando-se como área útil apenas as duas linhas centrais. Foram avaliados os caracteres: dias para o início do florescimento (FL), comprimento de vagens verdes (CV), número de grãos por vagens (NGV), massa de vagens verdes (MV), massa de grãos de vagens verdes (MGV), índice de grãos (IDG), massa de 100 grãos (MCG) e produtividade de grãos secos (PROD). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Nas correlações aplicou-se o teste de significância de Student (t). Os resultados obtidos permitiram concluir que a população apresenta variabilidade genética e potencial para seleção, principalmente dos caracteres PROD, MCG e CV e que o aumento na produtividade de grãos poderá ser obtida para os genótipos mais precoces.

Palavras-chave. Correlações, parâmetros fenotípicos, variabilidade genética, *Vigna unguiculata*

Abstract. Estimates of genetic parameters allow measuring the genetic variability present in a population and constituting stages in a breeding program. The objective of this study was to assess the potential for genetic improvement of a population consisting of 16 genotypes of cowpea upright and semi-erect plants, among plants and advanced lineages. It was estimated genetic parameters and correlations between phenotypic and morphological characteristics of the population. The experiment was carried out in the experimental area of the State University of Mato Grosso do Sul, in a city of Aquidauana, during the crop year 2010/2011, in a randomized block design with four replications. The experimental unit consisted of four rows of plants with 5 meters long, spaced 0.50 meters apart, considering how useful area only the two central rows. The traits evaluated: days to the beginning of flowering (FL), length of green pods (CV), number of grains per pod (NGV), weight of green pods (MV), grain yield of green pods (MGV) grain index (GDI), weight of 100 grains (MCG) and dry grain yield (PROD). The data were subjected to analysis of variance. The correlations we applied the Student significance test (t). The results showed that the population genetic variability and potential for selection, especially the characters PROD, MCG and CV and increase in grain yield can be obtained for genotypes earlier.

Keywords. Correlation, phenotypic parameters, genetic variability and *Vigna unguiculata*



Introdução

O feijão-caupi é uma cultura explorada, principalmente, em regiões com predomínio de clima seco e em sistema de sequeiro por pequenos agricultores que utilizam baixa tecnologia durante todo o processo produtivo da lavoura (Teixeira et al., 2007). Possui alto conteúdo protéico, boa capacidade de fixar nitrogênio, sendo ainda, pouco exigente em fertilidade de solo. Trata-se, portanto, de um alimento básico para a população, estando amplamente adaptado às regiões tropicais úmidas, onde as condições ecológicas são ideais para a sua exploração (Valadares et al., 2010). Sua produção concentra-se, principalmente, nas regiões Norte e Nordeste do país.

Observa-se que o cultivo do feijão-caupi está se expandindo para a região dos cerrados, das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, onde é incorporado aos arranjos produtivos como safrinha após as culturas da soja e do arroz, e, em alguns locais, como cultura principal. Na região dos cerrados, principalmente quando é cultivado em forma de safrinha, o feijão-caupi tem um custo muito competitivo, fator que tem feito aumentar o interesse dos produtores pela cultura (Freire Filho et al., 2011).

No Mato Grosso do Sul, as cultivares e linhagens de feijão-caupi possuem grandes diferenças entre si quanto ao comportamento fitossanitário, fenológico, potencial produtivo e qualidade comercial. A espécie possui ampla variabilidade genética, o que justifica os ensaios realizados em diferentes condições edafoclimáticas do Estado com o intuito de se poder definir cultivares mais produtivas, precoces, arquitetura moderna com boas adaptações à colheita e aceitação comercial. Seu cultivo vem sendo realizado no Estado, em nível empresarial, através de grandes produtores que aproveitam as demandas e os preços oferecidos pelas regiões do Norte e Nordeste (Sagrilo et al., 2006).

A estimativa de parâmetros genéticos é de grande importância, pois através dos mesmos é que se pode ter conhecimento da variabilidade genética, do grau de expressão de um caráter de geração para geração e do ganho genético esperado por meio de seleção, seja direta ou indiretamente (Rocha et al., 2003). Estimativas de parâmetros genéticos de feijão-caupi têm sido obtidas por vários autores (Matos Filho et al., 2009; Benvindo et al., 2010; Correa et al., 2012; Santos et al., 2012) e estas têm

contribuído para aumentar a eficiência dos programas de melhoramento genético do feijão-caupi (Singh, 2007).

Quando se explora a variabilidade por meio da seleção sobre determinado caráter, outros podem ser simultaneamente alterados, devido à correlação genética entre os caracteres, devendo-se conhecer e quantificar essas correlações para que se possa prever o efeito da seleção em todos os caracteres de interesse (Cruz & Regazzi, 2006).

Objetivou-se com este trabalho estimar parâmetros genéticos e correlações entre caracteres de interesse agrônomico em uma população de feijão-caupi de porte ereto e semiereto cultivada em Aquidauana, MS.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade de Aquidauana, localizada a 20°27'00" latitude Sul e 55°40'00" longitude Oeste, com altitude de 174 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Tropical Quente - Úmido (Aw) com precipitações pluviométricas anuais entre 1200 e 1300 mm, sendo os meses de novembro, dezembro e janeiro aqueles em que ocorrem precipitações máximas e os meses de junho, julho e agosto os mais secos do ano. A temperatura média anual é de 26°C. Dados referentes às condições climáticas durante a condução do experimento estão expressos na Tabela 1.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, Distroférico, textura média, moderadamente profundo e bem drenado. Os dados da análise química do mesmo são: pH (H₂O) = 6,1; MO (%) = 1,4; P(mg dm⁻³) = 44,4; K(cmol_c dm⁻³) = 0,25; Ca (cmol_c dm⁻³) = 2,0; Mg(cmol_c dm⁻³) = 0,3; Al(cmol_c dm⁻³) = 0,1; Al+H(cmol_c dm⁻³) = 2,7.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. A unidade experimental constou de 4 linhas com 5,0 metros de comprimento, espaçadas de 0,50 metros entre si, considerando-se como área útil as 2 linhas centrais.

Os genótipos utilizados no experimento foram procedentes da Embrapa Meio Norte, situada em Teresina, PI, e constaram das cultivares e linhagens discriminadas na Tabela 2.



Tabela 1. Condições climáticas durante a condução do experimento. Aquidauana – MS, 2011.

Meses	Precipitação	T. Máxima °C	T. Mínima °C	T. Média °C
Abril	56,2	25,7	25,1	24,4
Mai	4,6	22,3	21,5	20,8
Junho	8,2	21,4	20,7	19,9
Julho	10,0	22,4	21,6	20,8
Total	79,0	-	-	-

Fonte: Plataforma de Coleta de Dados Meteorológicos. 9º Batalhão de Engenharia e Combate, Aquidauana, MS.

Tabela 2. Descrição dos genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semiereto utilizados no experimento.

Genótipo	Linhagem /Variedade	Porte/Arquitetura ⁽¹⁾	Sub-Classe comercial
MNC02-675F-4-9	Linhagem	Semiereto	Mulato
MNC0-675-4-2	Linhagem	Semiereto	Mulato
MNC02-675-9-2	Linhagem	Ereto	Mulato
MNC02-675F-9-3	Linhagem	Semiereto	Mulato
MNC02-676-F-3	Linhagem	Semiereto	Mulato
MNC0682F-2-6	Linhagem	Semiereto	Branco
MNC02-683F - 1	Linhagem	Semiereto	Branco
MNC02-684F-5-6	Linhagem	Semiereto	Branco
MNC03-725F-3	Linhagem	Semiereto	Branco
MNC03-736F-7	Linhagem	Semiereto	Branco
MNC03-737F-5-1	Linhagem	Ereto	Branco
MNC03-737F-5-4	Linhagem	Semiereto	Branco
MNC03-737F-5-9	Linhagem	Ereto	Branco
MNC03-737F-5-10	Linhagem	Ereto	Branco
MNC03-737F-5-11	Linhagem	Semiereto	Branco
MNC03-737F-11	Linhagem	Semiereto	Branco
BRS-TUMUCUMAQUE	Variedade	Semiereto	Branco
BRS-CAUAMÉ	Variedade	Semiereto	Branco
BRS-ITAIM	Variedade	Ereto	Fradinho
BRS-GUARIBA	Variedade	Semiereto	Branco

⁽¹⁾ O porte pode mudar em função da fertilidade do solo e das condições de cultivo

O preparo da área constou de uma gradagem aradora, com a finalidade de incorporar os restos vegetais, seguida de duas gradagens niveladoras com o objetivo de nivelar e destorroar o terreno, sendo a última realizada imediatamente antes da semeadura para a eliminação de sementes de plantas invasoras. Os sulcos foram abertos mecanicamente na profundidade de 5 a 10 cm.

A semeadura foi realizada em 15/04/2011 com uma densidade de 16 sementes por metro, cobertas posteriormente com terra, seguida da raleação, realizada aos 16 dias após semeadura (31/04/2011), deixando-se oito plantas por metro, não tendo sido realizada a adubação de base. As capinas manuais foram realizadas semanalmente nas entrelinhas no período de 15 dias após a semeadura até o início do florescimento. Quanto ao tratamento

fitossanitário foi realizada uma aplicação do inseticida Metamidofós (600 g.L⁻¹ de i.a.) na dose de 0,2 L.ha⁻¹ do produto comercial aos 35 dias após a semeadura visando o controle de vaquinhas (*Cerotoma* sp e *Diabrotica speciosa*). As avaliações iniciaram-se no dia 21/05/2011, com a abertura dos primeiros botões florais.

A colheita foi realizada manualmente nas duas linhas centrais de cada parcela. Os genótipos foram avaliados quanto aos seguintes caracteres:

a) Dias para o início do florescimento (FL): período em dias da semeadura à abertura da primeira flor na parcela;

b) Comprimento de vagens verdes (CVV): comprimento médio em cm de cinco vagens colhidas aleatoriamente na mudança de coloração, correspondendo à maturação fisiológica;

c) Massa de vagens verdes (MV): em gramas, considerando-se as cinco vagens colhidas anteriormente;

d) Número de grãos por vagens (NGV): realizado através da contagem dos grãos nas cinco vagens verdes colhidas para as amostragens anteriores;

e) Massa de grãos de vagens verdes (MGV): em gramas, considerando os grãos das cinco vagens submetidas às avaliações já citadas;

f) Índice de grãos (IDG): refere-se à massa de grãos verdes nas vagens verdes, na maturação fisiológica. É obtida pela expressão:

$$\frac{MG5V}{M5V} \times 100 \quad (1)$$

em que: $MG5V$ = massa de grãos de 5 vagens (gramas); $M5V$ = massa de 5 vagens (gramas);

g) Massa de 100 grãos secos (MCG): realizada através da pesagem de 100 grãos secos, após a colheita, empregando-se balança eletrônica, semi-analítica, capacidade para 600 gramas, com duas casas. Após a determinação de umidade, a massa dos grãos foi convertida para 13% de umidade;

h) Produtividade de grãos secos (PROD): Estimada através da área útil colhida em cada parcela, convertendo-se os resultados para kg ha^{-1} , e ajustando-se os dados para 13% de umidade.

Para cada característica, os parâmetros genéticos e seus estimadores foram analisados considerando-se as seguintes expressões:

Estimativa da variância genotípica ($\sigma_1^2 G^2$)

$$\hat{\sigma}_G^2 = \frac{QM_G - QM_r}{r} \quad (2)$$

Estimativa da variância fenotípica ($\sigma_1^2 F^2$)

$$\hat{\sigma}_F^2 = \frac{QM_G}{r} \quad (3)$$

Estimativa da variância ambiental ($\sigma_1^2 E^2$)

$$\hat{\sigma}_E^2 = \frac{QM_r}{r} \quad (4)$$

Estimativa do Coeficiente de determinação genotípico (R^2)

$$\hat{R}^2 = \frac{\hat{\sigma}_G^2}{\hat{\sigma}_F^2} \quad (5)$$

Estimativa do coeficiente de variação genético ($[CV]_g$)

$$\hat{C}V_g = 100 \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_G^2}{\bar{X}}} \quad (6)$$

Estimativa do coeficiente de variação ambiental ($[CV]_e$)

$$\hat{C}V_e = 100 \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_E^2}{\bar{X}}} \quad (7)$$

Estimativa do quociente b

$$\hat{b} = \frac{CV_g}{CV_e} \quad (8)$$

em que: QM_G = quadrado médio dos genótipos; QM_r = quadrado médio do resíduo; r = número de blocos e \bar{X} = média dos tratamentos

Para estimar as correlações, foram utilizadas as expressões citadas por Falconer (1987) e Ramalho et al. (1993):

a) Correlação fenotípica (r_F)

$$r_{F(XY)} = \frac{COV_{F(XY)}}{\sqrt{\sigma_{FX}^2 \cdot \sigma_{FY}^2}} \quad (9)$$

b) Correlação genotípica (r_G)

$$r_{G(XY)} = \frac{COV_{G(XY)}}{\sqrt{\sigma_{GX}^2 \cdot \sigma_{GY}^2}} \quad (10)$$

c) Correlação ambiental (r_E)

$$r_{E(XY)} = \frac{COV_{E(XY)}}{\sqrt{\sigma_{EX}^2 \cdot \sigma_{EY}^2}} \quad (11)$$

Em que: $r_{(XY)}$ = correlação entre os caracteres X e Y ;

COV_{XY} = covariância entre os dois caracteres; e σ_X^2 e σ_Y^2 = variância dos caracteres X e Y, respectivamente.

A análise de variância foi realizada para cada uma das características avaliadas, utilizando-se o teste F. Os componentes de variância e os parâmetros genéticos e fenotípicos foram estimados através do aplicativo computacional GENES (Cruz, 2006). Aplicou-se o teste de significância de Student (*t*) nas correlações.

Resultados e Discussão

Observa-se que, exceto os caracteres NGV e MGV, para os quais não houve diferenças significativas, para os demais a população em estudo apresenta variabilidade genética ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), o que, a princípio, permite inferir sobre a

possibilidade de sucesso para a seleção desses caracteres ou para hibridações do germoplasma para o desenvolvimento de novos cultivares (Tabela 3). O coeficiente de variação (CV) ficou abaixo de 10% para os caracteres FL, CVV, IDG e MCG e entre 10 a 20% para os demais, indicando, respectivamente, boa e média precisão experimental.

Um das principais ferramentas utilizadas pelo melhorista são as estimativas do coeficiente de herdabilidade, sendo de suma importância para a escolha de uma estratégia eficaz de seleção. De acordo com Yokomizo & Vello (2000) quando no modelo estatístico adotado os genótipos são considerados de efeito fixo, como neste trabalho, a herdabilidade é denominada de coeficiente de determinação genotípica (R^2).

Tabela 3. Resumo da Análise de variância e estimativas de parâmetros genéticos para quatro caracteres de genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semiereto Aquidauana-MS. 2011.

F.V.	G.L	FL	CVV	MV	NGV
Quadrado Médio					
Blocos	3	3,89	1,28	20,95	35,64
Genótipo	15	1,73*	3,35**	64,19**	47,96 ^{ns}
Resíduo	45	0,80	0,48	24,49	43,48
Média	-	43,61	17,41	33,61	40,40
CV (%)	-	2,06	3,98	14,72	16,31
Parâmetros genéticos					
σ_F^2	-	0,43	0,83	16,04	11,99
σ_G^2	-	0,23	0,71	9,92	1,12
σ_E^2	-	0,20	0,12	6,12	10,87
R^2 (%)	-	53,39	85,67	61,85	9,34
CV_g (%)	-	1,10	4,86	9,37	2,61
$b(CV_g / CV_e)$	-	0,53	1,22	0,63	0,16

F.V.: Fonte de Variação; FL: dias para o florescimento; CVV: comprimento médio de 5 vagens(cm); MV: Massa média de 5 vagens verdes (grama); NGV: número de grãos de 5 vagens verdes; σ_F^2 : Variância fenotípica; σ_G^2 : Variância genotípica; σ_E^2 : variância ambiental; R^2 (%): Coeficiente de determinação genotípico; CV_g (%): Coeficiente de variação genotípico; $b =$ quociente $b=(CV_g / CV_e)$; e **: significativo a 1%; *: significativo a 5% e ^{ns}: não a significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Embora não possa ser considerado um indicador preciso de ganho genético esperado pela seleção, o coeficiente de determinação genotípica fornece, contudo, indícios do desempenho esperado de uma dada população na seleção de caracteres. Estimativas elevadas de R^2 (acima de 75%) indicam

que a população é promissora para a seleção do caráter em estudo (Correa et al., 2003).

Observa-se que as estimativas do coeficiente de determinação genotípica (R^2) foram superiores a 75% para os caracteres CVV (85,67%), MCG (86,89%) e PROD (93,63%), evidenciando maiores



facilidades na seleção desses caracteres, oscilaram entre 50 e 75% para os caracteres FL (53,39%), MV (61,85%) e IDG (70,87%), indicando ser o germoplasma utilizado moderadamente promissor para a seleção destes caracteres, e foi inferior a 50% para os caracteres NGV (9,34%) e MGV (39,96%).

Neste último caso é expressiva a participação da variância ambiental na expressão fenotípica destes caracteres o que reduz significativamente o ganho genético esperado por seleção e torna a população pouco promissora para a seleção dos mesmos (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da Análise de variância e estimativas de parâmetros genéticos para quatro caracteres de genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semiereto Aquidauana - MS. 2011.

F.V.	G.L	MGV	IDG	MCG	PROD
Quadrado Médio					
Blocos	3	28,03	78,49	1,04	14988,96
Genótipo	15	21,14 ^{ns}	125073,97**	26,93**	107412,24**
Resíduo	45	12,69	36,43	3,53	6842,06
Média	-	20,66	61,26	19,38	557,43
CV (%)	-	17,24	9,85	9,69	14,83
Parâmetros genéticos					
σ_F^2	-	5,28	32,26	6,73	26853,06
σ_G^2	-	3,17	22,16	5,85	25142,54
σ_E^2	-	2,11	9,10	0,88	1710,52
R^2 (%)	-	39,96	70,87	86,89	93,63
CV_g (%)	-	7,03	7,68	12,48	28,44
$b(CV_g / CV_e)$	-	0,40	0,77	1,28	1,91

F.V.: Fonte de Variação; MGV: massa de grãos de 5 vagens verdes (grama); IDG: índice de grãos; MCG: massa de 100 grãos secos; PROD: produtividade de grãos a 13% (kg ha⁻¹); σ_F^2 : Variância fenotípica; σ_G^2 : Variância genotípica; σ_E^2 : variância ambiental; R^2 (%): Coeficiente de determinação genotípico; CV_g (%): Coeficiente de variação genotípico; $b =$ quociente $b=(CV_g / CV_e)$; e **: significativo a 1%; *: significativo a 5% e ^{ns}: não a significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Para Teixeira et al. (2007) estimativas elevadas para R^2 podem ser devidas à variabilidade genética inerente aos genótipos testados em razão de cada um deles contribuir com uma identidade genética distinta ou ainda, estar associado com a menor variação de ambiente e menor interação genótipos por ambiente.

Altas estimativas de R^2 para componentes de produção associadas às estimativas de correlações diretas e de alta magnitude com o caráter PROD, podem indicar a possibilidade de se fazer seleção indireta através de componentes de produção, para o aumento da produtividade de grãos (Correa et al., 2012). Andrade et al. (2010) encontraram para os caracteres “CVV”, “MGV” e “MCG” valores superiores aos obtidos neste trabalho, respectivamente, 98,72%, 96,98% e 94,80%, enquanto Correa et al. (2012), trabalhando também

em Aquidauana, com genótipos de porte ereto e semiereto, encontraram para estes caracteres estimativas que variaram de 71,33%, para o caráter MCG a 78,72%, para o caráter CVV, inferiores, portanto, às obtidas neste trabalho, exceto para o caráter MGV.

Benvindo et al. (2010) avaliando genótipos de feijão-caupi de porte semi-prostrado em cultivo de sequeiro e irrigado, estimaram para o caráter FL, R^2 de 56,07%, pouco superior ao encontrado neste trabalho, contudo, Matos Filho et al. (2009) avaliando o potencial de progênies de feijão-caupi com arquitetura ereta de planta estimaram para este caráter coeficiente de determinação genotípica de 25,29%, divergindo do resultado aqui obtido e evidenciando forte presença dos efeitos de ambiente na expressão deste caráter nas condições em que o ensaio foi desenvolvido.



O coeficiente de variação genotípico variou de 1,10%, para o caráter FL a 28,44%, para o caráter PROD (Tabela 3). A estimativa de 28,44% para o caráter PROD é considerada alta (Correa et al., 2003) e indica que entre todos os caracteres estudados ele é o que mostra maior variabilidade, sendo altamente promissor para a realização da seleção. Para este caráter o CV_g encontrado ficou abaixo do obtido por Andrade et al. (2010), de 31,62%, Correa et al. (2012), de 31,49% e acima dos encontrados por Matos Filho et al. (2009), de 23% e Benvindo et al. (2010), de 15,05%.

As mais baixas estimativas de CV_g foram para os caracteres FL (1,10%), NGV (2,61%) e CVV (4,86%). Benvindo et al. (2010) e Correa et al. (2012) também encontraram para o caráter FL baixas estimativas de CV_g , respectivamente, 1,62% e 2,42%, evidenciando possíveis dificuldades na seleção para este caráter.

Estimativas de " b " $\geq 1,0$, indicam possibilidade de sucesso na seleção do caráter de acordo com a interpretação de Vencovsky (1978) para este parâmetro, já estimativas de b abaixo de 1, indicam maiores dificuldades na seleção, pelo fato da maior interferência do ambiente.

As estimativas de " b " para os caracteres variaram de 0,16 para o caráter NGV a 1,91 para o caráter "PROD". Estimativas de quociente b superiores a 1 foram encontradas apenas para os caracteres CVV (1,22), MCG (1,28) e PROD (1,91), indicando situações favoráveis à seleção para esses caracteres.

Na Tabela 4 se encontram os resultados das estimativas das correlações fenotípicas (r_F), genotípicas (r_G) e ambiental (r_E) entre os diversos caracteres avaliados. No geral observa-se boa concordância dos sinais, porém, certa discordância de intensidade entre as correlações fenotípicas e genotípicas com as correlações de ambiente. Observa-se também que as correlações genotípicas apresentam valores superiores às suas correspondentes correlações ambientais e fenotípicas.

As mais altas correlações fenotípicas e genotípicas positivas e significativas foram observadas entre os pares de caracteres "IDG x PROD"; "IDG x CVV"; "CVV x PROD"; "MGV x IDG" e "MV x IDG".

O índice de grãos (IDG), em genótipos destinados à produção de grãos verdes para consumo, é de suma importância, pois mede a

eficiência do cultivar na translocação de fotossintatos para os grãos (Freire Filho et al., 2005; Alves et al., 2009). A sua correlação positiva e significativa com os caracteres MGV e MV é esperada uma vez que ele resulta da divisão desses caracteres, um pelo outro. Observa-se que ele também se correlacionou positivamente e de forma significativa com o caráter CVV, uma vez que este se correlaciona de forma positiva com a massa de vagem (MV), isto é, quanto maior o comprimento da vagem, maior a sua massa e maior será o IDG.

A mais alta correlação fenotípica e genotípica, positiva e significativa, foi observada entre os pares "IDG x PROD" indicando que quanto mais intensa a translocação de fotossintatos para os grãos (>IDG) maior será a produtividade de grãos.

Dos componentes da produção, os caracteres relacionados à vagem (CVV e MV), apresentaram mais altas correlações fenotípica e genotípica, positivas, com o caráter "PROD" do que aqueles relacionados aos grãos (NGV, MGV e MCG), evidenciando ser os mesmos os que mais contribuem para a produção de grãos do feijão-caupi e que a seleção de cultivares mais produtivos implicará em aumento no comprimento e na massa de vagem.

Correa et al. (2012) também observaram ser o caráter MV aquele com as mais altas correlações genotípicas e fenotípicas positivas com o caráter PROD, seguido pelos caracteres NGV, MCG e CVV, permitindo inferir que a seleção para o aumento da produtividade de grãos (PROD) poderá ser feita indiretamente pela seleção do caráter MV.

Correlações negativas indicam que as grandezas dos caracteres correlacionam-se de forma inversa. O caráter FL foi o que apresentou as mais altas correlações fenotípicas e genotípicas negativas com o caráter PROD, indicando que cultivares de ciclo mais precoce tendem a ser mais produtivas, resultado que diverge dos obtidos por Machado et al. (2008).

Dias para o florescimento (FL) correlacionou-se também de forma negativa com todos os componentes da produção e mais intensamente com os caracteres CVV e MV, os mais importantes para a determinação da produção de grãos (PROD), o que pode ser explicado pelo processo gradativo de desidratação dos grãos e das vagens no campo após os grãos terem alcançada sua maturação fisiológica.



Tabela 4. Estimativas de correlações fenotípicas (r_F), genotípicas (r_G) e ambiental (r_E) entre caracteres para genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semiereto avaliados em Aquidauana-MS, 2011.

Caracteres	FL	CV	MV	NGV	MGV	IDG	MCG	PROD
r_F	1,00**	-0,61**	-0,40*	-0,32*	-0,17 ^{ns}	-0,33*	-0,19 ^{ns}	-0,64**
FL r_G	1,00**	-0,91**	-0,61**	-0,44*	-0,26*	-0,57*	-0,48*	-0,35*
r_E	1,00**	0,04 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,04 ^{ns}
r_F		1,00**	0,30*	0,12 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,36*	-0,44*	0,56*
CVV r_G		1,00**	0,30*	0,16 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,58*	-0,48*	0,44*
r_E		1,00**	0,30*	0,01 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	-0,26*	-0,06 ^{ns}	-0,18 ^{ns}
r_F			1,00**	-0,10 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,29*	-0,13 ^{ns}	0,36*
MV r_G			1,00**	-0,13 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,36*	-0,43*	0,55*
r_E			1,00**	0,05 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,11 ^{ns}
r_F				1,00**	-0,38*	-0,49*	0,36*	0,20 ^{ns}
NGV r_G				1,00**	-0,47*	0,33*	0,33*	-0,01 ^{ns}
r_E				1,00**	-0,09 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,50*
r_F					1,00**	0,39*	0,03 ^{ns}	0,17 ^{ns}
MGV r_G					1,00**	0,45*	-0,35	0,20 ^{ns}
r_E					1,00**	0,25*	0,38	0,18 ^{ns}
r_F						1,00**	-0,06 ^{ns}	0,72**
IDG r_G						1,00**	-0,64	0,68**
r_E						1,00**	0,15 ^{ns}	0,80**
r_F							1,00**	0,15 ^{ns}
MCG r_G							1,00**	0,09 ^{ns}
r_E							1,00**	0,17 ^{ns}
r_F								1,00**
PROD r_G								1,00**
r_E								1,00**

FL = dias para o florescimento; CV = comprimento de vagem verde; MV = massa de vagem verde, NGV = número de grãos por vagem, MGV = massa de grãos de vagens, IDG = índice de grãos, MCG = massa de 100 grãos, PROD = produtividade de grãos secos. **, *; ^{ns} = significativo a ($p < 0,01$), ($p < 0,05$) e não significativo pelo teste t, respectivamente.

Conclusões

A população apresenta variabilidade genética e potencial para a seleção principalmente dos caracteres PROD; MCG e CVV. O aumento na produtividade de grãos poderá ser obtido para os genótipos mais precoces.

Referências

ALVES, J.M.A.; ARAÚJO, N. P.; UCHÔA, S.C. P.; ALBUQUERQUE, J.A.A.; SILVA, A.J.; RODRIGUES, G.S.; SILVA, D.C.O. Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em

Roraima. **Revista Agro@ambiente** On-line. v.3, n.1, p.15-30, 2009.

ANDRADE, F.N.; ROCHA, M.N.; FERREIRA GOMES, R.L.; FREIRE FILHO, F.R.; RAMOS, S.R. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.253-258, 2010.

BENVINDO, R.N.; SILVA, J.A.L.; FREIRE FILHO, F. R.; ALMEIDA, A.L.G.; OLIVEIRA, J.T.S; BEZERRA, A.A.C. Avaliação de genótipos de feijão caupi semi-prostrado em cultivo de



- sequeiro e irrigado. **Comunicata Scientie**, v.1, p.23-28, 2010.
- CORREA, A.M.; GONÇALVES, M.C.; DESTRO, D.; SOUZA, L.C.F.; SOBRINHO, T.A. Estimates of genetics parameters in common bean genotypes. **Crop Breeding and Applied Biotechnonology**. v.3, n.3, p.223-230, 2003.
- CORREA, A.M.; CECCON, G.; CORREA, C.M.A.; DELBEN, D.S. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos em feijão-caupi. **Revista Ceres**, v.59, n.1, p. 88-94, 2012.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES: Biometria**. Viçosa: Editora UFV. 2006, 382p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao Melhoramento Genético**. 3. ed. Viçosa: editora UFV. 2006. 585p.
- FALCONER, D.S. **Introdução a genética quantitativa**. Viçosa: editora UFV. 1987. 279p.
- FREIRE FILHO, F.R.; ARAUJO LIMA, J.A.; RIBEIRO, V.Q. **Feijão-caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa (Informação Tecnológica). 2005. 519p.
- FREIRE FILHO: RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, M.M.; SILVA, K.J.; NOGUEIRA, M.S.R.; RODRIGUES, E.V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011, 84p.
- MACHADO, C.F.; TEIXEIRA, N.J, FREIRE FILHO, F.R.; ROCHA, M.M; LOPES, GOMES, R.L Identificação de genótipos de feijão-caupi quanto à precocidade, arquitetura da planta e produtividade de grãos. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.1, p. 114-123. 2008.
- MATOS FILHO, C.H.A; GOMES, R.L.F.; ROCHA, M.M.; FREIRE FILHO, F.R.; LOPES, A.C.A. Potencial de Produtivos de progênies de feijão-caupi com arquitetura ereta de planta. **Ciência Rural**, v.39, n.2, p.348-345, 2009.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijão**. Goiânia: editora UFG, 1993. 271p.
- ROCHA, M.M.; CAMPELO, J.E.G.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.R.; LOPES, Â.C.A. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi de tegumento branco. **Revista Científica Rural**, v.08, n.01, p.135-141, 2003.
- SAGRILO, E.; QUEIRÓS, L.S.; SANTIN, T. **Embrapa Agropecuária Oeste pesquisa a cultura do feijão-caupi**. Dourados. 2006. Disponível em http://www.cpa0.embrapa.br/Noticias/artigos/artigo_15.html. Acesso em: 10/02/2012.
- SANTOS, A.; CECCON, C.; CORREA, A.M.; DURANTE, L.G.Y.; REGIS, J.A.V.B. Análise genética e de desempenho de genótipos de feijão-caupi cultivados na transição do cerrado-pantanal. **Revista Cultivando o Saber**, v.5, n.4, p.87-102, 2012
- SINGH, B.B. Recent Progress in cowpea genetics and breeding. **Acta Horticulture**, v.752, n.13, p. 69-75, 2007.
- TEIXEIRA, N.J.P; MACHADO, C.F.; FREIRE FILHO, F.R.; ROCHA, M. M.; GOMES, R.L.F Produção, componentes de produção e suas interrelações em genótipos de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] de porte ereto. **Revista Ceres**. v.54, p. 374-382. 2007.
- VALADARES, R.N.; MOURA, M.C.C.L.; SILVA, A.F.A.; SILVA, L.S.; VASCONCELOS, M.C.C. A.; SILVA, R.G. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) de porte ereto/semiereto nas mesorregiões leste e sul maranhense. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 7, n. 2, p.21-27, 2010.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: Patterniani E. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba: editora Marprint. 1987. p.122-201.
- YOKOMIZO, G.K.; VELLO, N.A. Coeficiente de Determinação genotípica e de diversidade genética em topocruzamento de soja tipo alimento com tipo grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n. 11, p. 2223-2228, 2000.