

Identificação de genótipos de feijão-caupi quanto à precocidade, arquitetura da planta e produtividade de grãos¹

Identification of cowpea genotypes for earliness, plant architecture and grain yield

Cristina de Fátima Machado¹, Ney Jefferson Pereira Teixeira², Francisco Rodrigues Freire Filho³, Maurisrael de Moura Rocha⁴ e Regina Lúcia Ferreira Gomes⁴

Resumo - O objetivo do presente trabalho foi identificar genótipos de feijão-caupi precoces, de porte ereto, com hábito de crescimento determinado e de alta produtividade de grãos. Foram avaliados 22 genótipos. O trabalho foi realizado em cultivo irrigado no campo experimental da Embrapa, nos anos de 2003 e 2004, em Teresina, Piauí. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados completos com quatro repetições. Foram avaliados caracteres relacionados ao ciclo, à arquitetura da planta e à produtividade de grãos. Os efeitos de tratamentos foram significativos para todos os caracteres, com exceção do comprimento do hipocótilo. As herdabilidades no sentido amplo foram altas, destacando-se a da floração inicial (94,94%), maturidade de vagens (93,79%) e acamamento (91,93%). Os genótipos mais precoces foram: IT82D-889 (54,5 dias), AU-94-MOB-816 (55,5 dias), IT82D-60 (55,7 dias), IT82G-9 (56,2 dias), IT82E-49 (56,5 dias) e MNC-00-544D-14-1-2-2 (56,7 dias). A linhagem UCR-95-701 apresentou a maior altura de planta (58,8 cm) e o maior número de nós no ramo principal (11,6). Os genótipos MNC-00-519D-2-1-1 (1,0), IT87D-611-3 (1,0) e IT91K-118-2 (1,0) tiveram os mais baixos índices de acamamento. O genótipo mais produtivo foi TVx5058-09C, com 2.029,8 kg ha⁻¹. Destacaram-se as correlações entre número de ramos laterais e número de nós dos ramos laterais (0,98), maturidade de vagem e produtividade de grãos (0,92), ponto de colheita e produtividade de grãos (0,86), e floração inicial e produtividade de grãos (0,78). Os genótipos avaliados têm características complementares e a recombinação genética entre eles poderá possibilitar a seleção de linhagens precoces, eretas e altamente produtivas.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*. Variação genética. Herdabilidade. Caracteres agrônômicos. Correlação.

Abstract - This study was conducted to identify cowpea genotypes early maturity with upright and determinate growth habit and with high grain yield potential. Twenty-two genotypes were evaluated. The research was carried out under irrigated conditions in the experimental field of Embrapa Meio-Norte in Teresina, PI, during the years of 2003 and 2004. A complete randomized block design with four replications was used. Characters relating to plant maturity, plant architecture and grain yield were evaluated. The treatment effects were significant to the majority of the characters. Broad sense heritability were high for the number of days to flowering (94.94%), pod maturity (93.79%), and lodging (91.93%). The most early maturing genotypes were: IT82D-889 (54.5 days), AU-94-MOB-816 (55.5 days), IT82D-60 (55.7 days), IT82G-9 (56.2 days), IT82E-49 (56.5 days) e MNC-00-544D-14-1-2-2 (56.7 days). The line UCR-95-701 was the highest of the trail (58.8 cm) and had the highest number of nodes in the main branch (11.60 cm). The genotypes MNC-00-519D-2-1-1 (1.0), IT87D-611-3 (1.0) and IT91K-118-2 (1.0) had the lowest lodging index. The line TVx5058-09C had the best grain yield with 2,029.84 kg ha⁻¹. Some characters were highly correlated like the numbers of the lateral branches and numbers of nodes in the lateral branches (0.98), pod maturity and grain yield (0.92), harvesting time and grain yield (0.86), and the number of days to flowering and grain yield (0.78). The genotypes have complementary characteristics and the genetic recombination among them might make possible select early maturity lines, with erect plants and with high grain yield potential.

Key words: *Vigna unguiculata*. Genetic variation. Heritability. Agronomic characters. Correlation.

¹ Recebido para publicação em 29/05/2007; aprovado em 30/10/2007

² Eng. Agrônomo, D. Sc, bolsista CNPq - Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio Norte (CPAMN), Caixa Postal 01, Cep: 64006-220, Teresina, PI, e-mail: crisagronoma@yahoo.com.br

³ Eng. Agrônomo. Avenida Rodrigo Otávio, 633, Bairro Trezidela, Cep: 65609-270, Caxias, MA, e-mail: yenyagamy@yahoo.com.br

⁴ Eng. Agrônomo, D. Sc, pesquisador - Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio Norte (CPAMN), Caixa Postal 01, Cep: 64006-220, Teresina, PI, e-mail: Freire@cpamn.embrapa.br; mmrocha@cpamn.embrapa.br

¹ Eng. Agrônomo, prof. do Dep. de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí. Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Cep: 64.049-550, Teresina, PI, e-mail: rlfgomes@ufpi.br

Introdução

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é uma das espécies cultivadas de ampla adaptação. Além disso, é um alimento importante e um componente essencial dos sistemas de produção nas regiões secas dos trópicos, cobrindo parte da Ásia, Estados Unidos, Oriente Médio e América Central e do Sul (SINGH et al., 2002). Nessas regiões o feijão-caupi constitui-se em uma das principais fontes de proteína vegetal, notadamente para as populações de menor poder aquisitivo (GRANGEIRO et al., 2005).

Comparado a outras culturas, o feijão-caupi tem o seu potencial genético pouco explorado, entretanto, já foram obtidas em condições experimentais, produtividade de grãos secos acima de 3 t ha⁻¹ (BEZERRA, 1997). As evidências indicam que seu potencial genético ultrapassa a 6 t ha⁻¹ (FREIRE FILHO et al., 2006). Segundo Coyne (1980) não há informação suficiente sobre os componentes morfológicos, fisiológicos e genéticos relacionados à produtividade e necessários para desenvolver uma planta altamente produtiva. Para Adams (1982), para aumentar o caráter vagens por planta, deve-se modificar a arquitetura da planta, para que mais vagens sejam formadas e mantidas até a maturidade. No entanto, Fernandez e Miller Júnior (1985) afirmaram que para aumentar a produtividade em feijão-caupi, pelo menos um dos componentes de produtividade deve ser considerado, e que, embora o número de vagens por planta seja importante, ele é instável, com baixa herdabilidade e é influenciado por fatores morfológicos e fisiológicos relacionados ao crescimento e ao desenvolvimento da planta.

Desse modo, embora sendo um trabalho complexo, o desenvolvimento de cultivares altamente produtivas, precoces, de porte ereto, de crescimento determinado e resistentes a pragas e doenças tem sido um dos principais objetivos do melhoramento do feijão-caupi. A precocidade é uma importante característica, pois representa a possibilidade da realização de até três cultivos por ano, compreendendo os cultivos de sequeiro e irrigado; possibilitando aumentar e/ou estabilizar a produção em regiões com longos períodos de seca (FREIRE FILHO, 1988; FREIRE FILHO et al., 2006). Por outro lado, a obtenção de cultivares de portes ereto e semi-ereto possibilitará a mecanização de todas as etapas da lavoura, o que representará um grande avanço, levando-se em conta que atualmente a maioria dos trabalhos são feitos manualmente.

O presente trabalho teve como objetivo identificar genótipos de feijão-caupi precoces, de porte ereto, com hábito de crescimento determinado e de alta produtividade de grãos.

Material e métodos

Foram avaliados 33 genótipos obtidos do Banco Ativo de Germoplasma de feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte. O trabalho envolveu três etapas, sendo que a primeira constou da avaliação desses 33 genótipos em condições de telado, com a finalidade de descartar aqueles com início da floração acima de 40 dias a partir da emergência, com porte semi-ereto ou semi-prostrado, hábito de crescimento indeterminado e para eliminar plantas atípicas dentro dos genótipos. Nessa avaliação, cada parcela foi representada por uma fileira de 2,0 m, com espaçamento entre fileiras de 0,5 m, e entre covas de 0,15 m, com uma planta por cova. Nessa primeira avaliação, 22 genótipos foram selecionados (Tabela 1). Alguns deles, devido à eliminação das plantas atípicas, produziram poucas sementes. Desse modo, realizou-se a segunda etapa do trabalho, também em condições de telado, para multiplicar as sementes de modo a obter uma quantidade suficiente para a instalação do experimento de campo. Nessa etapa, cada parcela foi constituída por uma fileira de 2,0 m, espaçamento entre fileiras de 0,80 m, e entre covas de 0,2 m, com uma planta por cova. A terceira etapa constou de um experimento de campo, em cultivo sob irrigação por aspersão convencional. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de quatro fileiras de 4,0 m de comprimento. O espaçamento entre fileiras foi de 0,5 m e entre covas, dentro da fileira, de 0,1 m, com uma planta por cova. As duas fileiras centrais formaram a área útil da parcela, onde foram etiquetadas, ao acaso, cinco plantas para a coleta de dados em nível de planta.

Todos os trabalhos foram realizados em área experimental da Embrapa Meio-Norte – Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte, nos anos de 2003 e 2004, em Teresina, Piauí, que está a 72 metros de altitude, 05° 05' de Latitude Sul e 42° 48' de Longitude Oeste. O solo da área experimental é um Neossolo Flúvico A Moderado, textura franco argilo arenoso (SISTEMA, 1999). A análise de fertilidade do solo apresentou os seguintes resultados: pH (H₂O) = 6,0; Al = 0; Ca = 40,0 mmol_c dm⁻³; Mg = 16,0 mmol_c dm⁻³; K = 3,5 mmol_c dm⁻³; P = 37,0 mg dm⁻³; S = 13,6 mg dm⁻³; e M.O = 21,0 g kg⁻¹. Os tratos culturais consistiram do uso de herbicida e de capinas manuais para o controle de plantas daninhas. Também foi realizado o controle de pragas por meio de inseticidas.

Foram avaliados caracteres relacionados ao ciclo, arquitetura da planta e produtividade de grãos. Os caracteres avaliados em plantas individuais foram: floração inicial - número de dias da semeadura até a antese da pri-

Tabela 1 – Características dos genótipos de feijão-caupi utilizados no estudo. Teresina, PI, 2003

Genótipos	Origem	Cor da semente	Peso de 100 sementes (gramas)
TE97-418E-07-1	Brasil	Marrom	23,51
MNC-00-519D-2-1-1	Brasil	Esverdeado-clara ⁽¹⁾	17,22
MNC-00-519D-1-1-5	Brasil	Esverdeado-clara ⁽¹⁾	18,28
MNC-00-544D-10-1-2-2	Brasil	Branca	20,24
MNC-00-544D-14-1-2-2	Brasil	Branca	19,17
MNC-01-627D-5-1	Brasil	Branca	15,17
MNC-01-627D-65-1	Brasil	Branca	18,61
California Blackeye-3	EUA	Branca ⁽²⁾	19,86
California Blackeye-27	EUA	Branca ⁽²⁾	19,40
AU-94-MOB-816	EUA	Marrom-clara	15,42
UCR-95-701	EUA	Branca	13,57
BR9-Longá	Nigéria	Marrom	16,04
TVx5058-09C	Nigéria	Branca	15,22
IT82G-9	Nigéria	Preto	13,57
IT82E-49	Nigéria	Branca ⁽¹⁾	18,66
IT82D-60	Nigéria	Branca ⁽¹⁾	17,59
IT82D-784	Nigéria	Marrom	16,16
IT82D-889	Nigéria	Vermelha	12,44
IT87D-611-3	Nigéria	Branca	15,67
IT90N-284-2	Nigéria	Marrom	19,86
IT91K-118-2	Nigéria	Marrom	15,76
IT93K-93-10	Nigéria	Marrom	15,52

meira flor (FI); maturidade de vagem - número de dias da semente até o surgimento da primeira vagem madura (MV); comprimento do hipocótilo – comprimento do colêto ao nó cotiledonar (CH); comprimento do epicótilo - comprimento do nó cotiledonar ao nó das folhas unifolioladas (CE); comprimento do ramo principal - comprimento do colêto à extremidade do ramo principal (CRP); número de nós no ramo principal (NNRP); número de ramos laterais (NRL); número total de nós de todos os ramos laterais (NNRL); ângulo de inserção do primeiro ramo lateral – ângulo formado entre o ramo principal e o primeiro ramo lateral (AIRL). Caracteres avaliados por parcela foram: ponto de colheita - número de dias da semente até que 90% das vagens estivessem completamente secas (PC); acamamento – porcentagem de plantas acamadas ou quebradas por ocasião da maturidade (AC), neste caráter utilizou-se uma escala de notas visuais, de 1 (todas as plantas eretas) a 5

(todas as plantas acamadas) e produtividade de grãos (PG) – produção de grãos secos da parcela.

Todos os caracteres foram submetidos à análise de variância univariada, considerando o efeito de genótipos como fixo e os demais efeitos aleatórios. Foi aplicado o teste F para verificar as significâncias estatísticas dos quadrados médios dos tratamentos relativos aos doze caracteres. Foram determinados os coeficientes de variação experimental e genético e os coeficientes de correlação fenotípico, genotípico e ambiental entre os pares de caracteres. A significância dos coeficientes de correlação foi avaliada pela estatística “t” a 1 e 5% de probabilidade, conforme metodologia proposta por Cruz e Regazzi (1994). As diferenças entre cultivares e linhagens foram verificadas por meio do teste de Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade. O teste de Scott e Knott foi utilizado por ser o mais poderoso e controlar adequadamente as taxas de erro do tipo I (FERREIRA et al., 1999).

Com base na análise de variância, estimou-se a magnitude dos parâmetros genéticos para todas as variáveis estudadas, segundo a metodologia proposta por Cruz e Regazzi (1994). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do “software” Genes (CRUZ, 2001).

Resultados e discussão

Os resultados da análise de variância são apresentados na Tabela 2. O efeito de tratamento foi significativo ($p < 0,01$) pelo teste F para todos os caracteres, à exceção do caracter comprimento do hipocótilo. A precisão dos resultados, medida pelo coeficiente de variação experimental, está dentro da amplitude obtida em outros estudos (BENVINDO, 2007; BEZERRA, 1997; FREIRE FILHO et al., 2001; LEITE, 1999; LOPES et al., 2000, 2001; MATOS FILHO, 2006; ROCHA et al., 2003; TOMM et al., 2001), exceto para as características número de ramos laterais, número de nós dos ramos laterais e acamamento, que apresentaram valores superiores a 25%.

Os valores do coeficiente de variação genético (CV_g), foram baixos para os caracteres relacionados à precocida-

de, todos em torno de 4,4%. Nos caracteres relacionados à arquitetura da planta, esse coeficiente variou de 5,67% para o comprimento do hipocótilo a 53,11% para o número de nós dos ramos laterais.

Os valores estimados para a herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) variaram de 40,91% para o comprimento do hipocótilo a 94,94% para o caráter floração inicial. Tais valores foram superiores aos obtidos por Aquino e Nunes (1983), Bezerra (1997), Damarany (1994), Ram et al. (1994) e Siddique e Gupta (1991a). As herdabilidades dos caracteres relacionados à precocidade foram relativamente altas, todas superiores a 83%. Nos caracteres relacionados à arquitetura de planta, o comprimento do hipocótilo e o ângulo de inserção do primeiro ramo lateral apresentaram os menores valores de herdabilidade. Tais valores foram superiores aos obtidos por Matos Filho (2006) em feijão-caupi de porte ereto, que obteve valores de h_a^2 de 59,16 e 81,22% para o caracter comprimento do ramo principal e de 73,91 e 72,94% para o número de nós no ramo principal nos cruzamentos TE96-282-22G x TVx5058-09C e TE96-282-22G x IT81D-1332, respectivamente. A herdabilidade da produtividade de grãos foi 68,99% (Tabela 2), a qual foi inferior a obtida por Bezerra (1997; 86,3%), Biradar et al. (1994; 83,3%) e Ram et al. (1994; 78,0%). Contudo, o componente herdável

Tabela 2 - Quadrados médios (QM), coeficientes de variação experimental (CV_E) e genético (CV_g), variâncias fenotípica (σ_F^2), genotípica (σ_G^2) e ambiental (σ_E^2) e herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) relativa aos caracteres avaliados em 22 genótipos de feijão-caupi. Teresina - PI, 2004

Caracteres ⁽¹⁾	QM ⁽³⁾	CV_E (%)	CV_g (%)	σ_F^2	σ_G^2	σ_E^2	h_a^2
FI	11,03**	2,04	4,42	2,756364	2,616912	0,139452	94,94
MV	23,00**	2,33	4,53	5,750785	5,393838	0,356946	93,79
PC	33,07**	3,91	4,42	8,267857	6,916306	1,351551	83,65
CH	0,23 ^{NS}	13,64	5,67	0,056509	0,023119	0,03339	40,91
CE	1,98**	10,33	11,81	0,494398	0,414959	0,079439	83,93
CRP	245,99**	14,91	19,71	61,497802	53,807049	7,690753	87,49
NNRP	4,90**	11,01	10,87	1,225202	0,97526	0,249942	79,60
NRL	3,36**	29,87	36,59	0,839123	0,719254	0,119869	85,72
NNRL	26,10**	47,49	53,11	6,524661	5,437593	1,087068	83,34
AIRL ⁽²⁾	132,46**	11,92	7,25	33,115684	19,764983	13,350701	59,68
AC	5,64**	29,24	49,36	1,410308	1,296537	0,113772	91,93
PG ⁽²⁾	204.048,46**	17,98	13,41	51.012,115168	35.195,011935	15.817,103234	68,99

⁽¹⁾ FI: Floração inicial, em número de dias; MV: Maturidade das vagens, em dia; PC: ponto de colheita, em número de dias; CH: Comprimento do hipocótilo, em cm; CE: Comprimento do epicótilo, em cm; CRP: Comprimento do ramo principal, em cm; NNRP: Número de nós do ramo principal; NRL: Número de ramos laterais; NNRL: Número de nós dos ramos laterais; AIRL: Ângulo de inserção dos ramos laterais em graus; AC: Acamamento; PG: Produtividade de grãos, em kg.ha⁻¹; ⁽²⁾ Dados submetidos à análise de resíduos; ⁽³⁾ NS: não significativo; **: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

é marcante na expressão desses caracteres. Tal fato sugere a possibilidade de ganho com a seleção para a maioria dos caracteres estudados.

As médias e o resultado do teste de comparação de médias são apresentados na Tabela 3. Em todos os caracteres, o teste distribuiu os genótipos em dois ou mais grupos, sendo o “Grupo A” o que reúne os genótipos com as melhores características do ponto de vista da seleção para precocidade, arquitetura de planta ereta e produtividade de grãos. A média geral do caráter floração inicial foi

36,6 dias. Os genótipos mais precoces foram, respectivamente: IT82D-889 (34,3 dias); IT82G-9 (34,5 dias), AU94-MOB-816 (34,6 dias), IT82D-60 (34,7 dias), Califórnia Blackeye-27 (34,9 dias), IT82E-49 (35,3 dias) e Califórnia blackeye-3 (35,3 dias). Em outros estudos, os valores observados para tal caráter variaram de 32 a 43 dias (BEZERRA, 1997; FREIRE FILHO et al., 1981; LOPES et al., 2000, 2001).

Para o caráter maturidade de vagens, a média geral foi de 51,2 dias. Os genótipos mais precoces para esse

Tabela 3 – Comparação de médias de 22 genótipos de feijão-caupi para os caracteres FI, MT, PC, CH, CE, CRP, NNRP, NRL, NNRL, AIRL, AC e PG ⁽¹⁾ pelo teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade. Teresina, PI, 2004

Genótipos	Caracteres ⁽¹⁾											
	FI	MT	PC	CH	CE	CRP	NNRP	NRL	NNRL	AIRL	AC	PG
TE97-418E-07-1	38,5 C	53,6 C	62,5 C	2,56 A	6,15 D	43,6 B	10,40 A	2,25 C	4,31 B	66,9 B	2,00 A	1587,9 B
MNC-00-519D-1-1-5	36,3 B	50,5 B	60,7 C	2,49 A	5,16 B	38,9 B	9,53 B	2,23 C	4,19 B	64,9 B	1,75 A	1377,6 B
MNC-00-519D-2-1-1	36,2 B	50,6 B	62,2 C	2,92 B	5,17 B	42,9 B	9,20 B	2,33 C	3,40 B	62,9 B	1,00 A	1443,2 B
MNC-00-544D-10-1-2-2	36,6 B	51,2 B	59,2 B	2,78 B	5,77 C	45,2 B	9,75 B	2,15 C	4,72 B	56,6 A	2,75 B	1548,5 B
MNC-00-544D-14-1-2-2	36,4 B	50,3 B	56,7 A	3,04 B	6,15 D	36,9 B	8,15 C	2,08 C	3,54 B	53,1 A	2,25 A	1330,9 C
MNC01-627D-5-1	36,8 B	51,3 B	61,2 C	2,75 A	5,74 C	37,4 B	9,20 B	4,05 A	9,07 A	67,4 B	2,50 B	1252,4 C
MNC01-627D-65-1	38,6 C	54,8 D	63,0 C	2,99 B	6,50 D	42,4 B	10,35 A	3,75 A	9,50 A	64,8 B	3,00 B	1474,8 B
Califórnia blackeye-3	35,3 A	50,4 B	58,5 B	3,10 B	6,12 D	30,7 C	8,05 C	1,79 C	3,07 B	65,0 B	3,00 B	1434,9 B
Califórnia blackeye -27	34,9 A	49,0 A	58,7 B	2,62 A	6,09 D	34,1 D	7,95 C	1,63 C	2,55 B	62,3 B	3,50 B	1391,4 B
AU-94-MOB-816	34,6 A	48,8 A	55,5 A	2,43 A	5,52 C	24,6 D	7,90 C	0,88 C	1,19 B	65,7 B	2,75 B	948,3 C
UCR-95-701	35,7 B	50,8 B	61,0 C	2,45 A	5,87 C	58,8 A	11,60 A	1,13 C	1,19 B	56,6 A	3,00 B	1576,5 B
IT82G-9	34,5 A	48,1 A	56,2 A	2,57 A	3,81 A	24,2 D	7,85 C	1,73 C	2,40 B	51,4 A	4,75 C	1238,0 C
IT82E-49	35,3 A	49,1 A	56,5 A	2,82 B	4,80 B	34,1 C	9,45 B	1,61 C	3,67 B	60,5 A	1,25 A	1282,0 C
IT82D-60	34,7 A	48,2 A	55,7 A	2,62 A	4,31 A	29,8 C	8,30 C	1,59 C	3,25 B	56,4 A	1,50 A	1140,6 C
BR9- Longá	38,5 C	52,6 C	59,0 B	2,42 A	5,51 C	35,4 C	8,00 C	2,34 C	3,76 B	51,6 A	1,25 A	1490,8 B
TVx5058-09C	39,1 C	55,5 D	61,0 C	2,70 A	5,44 C	37,5 B	10,00 B	1,81 C	3,88 B	56,1 A	1,25 A	2029,8 A
IT82D-784	38,7 C	54,0 C	61,0 C	2,53 A	5,33 C	33,4 B	9,40 B	2,85 B	4,90 B	59,5 A	1,25 A	1451,0 B
IT82D-889	34,3 A	47,4 A	54,5 A	2,56 A	4,74 B	26,5 D	7,50 C	1,82 C	2,65 B	56,1 A	4,25 C	979,4 C
IT87D-611-3	39,4 C	53,5 C	59,7 C	2,38 A	6,09 D	45,7 B	10,65 A	4,05 A	10,65 A	67,7 B	1,00 A	1499,1 B
IT90N-284-2	38,2 C	52,4 C	57,5 B	3,20 B	6,21 D	37,7 B	8,90 C	3,96 A	7,63 A	66,2 B	4,50 C	1276,9 C
IT91K-118-2	36,3 B	55,0 D	65,2 C	2,56 A	4,52 A	39,1 B	8,05 C	2,16 C	2,95 B	70,9 B	1,00 A	1518,9 B
IT93K-93-10	35,7 B	49,8 B	63,0 C	2,52 A	5,10 B	39,1 B	9,65 B	2,85 B	4,15 B	66,2 B	1,25 A	1509,2 B
Média Geral	36,6	51,2	59,5	2,68	5,46	37,2	9,08	2,32	4,39	61,31	2,31	1399,23
Média do grupo A ⁽²⁾	34,8	48,5	55,7	2,54	4,21	41,33	10,75	3,95	9,21	55,79	1,40	2029,84

⁽¹⁾ FI: Floração inicial, em número de dias; MT: Maturidade, em dia; PC: ponto de colheita, em número de dias; CH; Comprimento do hipocótilo, em cm; CE: Comprimento do epicótilo, em cm; CRP: Comprimento do ramo principal, em cm; NNRP: Número de nós do ramo principal; NRL: Número de ramos laterais; NNRL: Número de nós dos ramos laterais; AIRL: Ângulo de inserção dos ramos laterais em graus; AC: Acamamento; PG: Produtividade de grãos, em kg ha⁻¹; ⁽²⁾ Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem estatisticamente, entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

caráter foram IT82D-889 (47,4 dias); IT82G-9 (48,1 dias) e IT82D-60 (48,2 dias); AU94-MOB-816 (48,8 dias), IT82E-49 (49,1 dias) e California Blackeye-27 (49 dias). Constatou-se que os genótipos IT82D-889, AU-94-MOB-816, IT82D-60, IT82E-49 e IT82G-9 mais precoces para o ponto de colheita o foram também para floração inicial e maturidade. Todos os genótipos alcançaram maturidade antes de 56 dias. A precocidade é uma importante característica devido ao clima específico de cada região, ou seja, as cultivares e linhagens precoces podem escapar de estiagens que freqüentemente ocorrem em zonas semi-áridas (EHLERS; HALL, 1997). Isso tem ajudado a aumentar, ou pelo menos estabilizar a produção de feijão-caupi em períodos longos de estiagem (CISSE et al., 1995).

O acamamento ocorreu devido à dobra ou quebra do ramo principal na altura do hipocótilo e principalmente do epicótilo. Os genótipos IT82G-9, IT82D-60 e IT91K-118-2 tiveram o comprimento do hipocótilo e do epicótilo curtos, mas somente os dois últimos apresentaram escores baixos para acamamento, respectivamente 1,50 e 1,0. Outros dois genótipos MNC-00-519D-2-1-1 e IT87D-611-3 tiveram o comprimento do hipocótilo e do epicótilo mais longos, mas ambos tiveram escore 1,0. Portanto, hipocótilo e epicótilo curtos parecem contribuir para a resistência ao acamamento, mas é provável que ocorram outros fatores, como a consistência do ramo principal, contribuindo para essa resistência.

Em feijão-caupi ainda não se determinou a altura de planta ideal para cultivares de porte ereto com vistas à colheita mecânica direta. Acquah et al. (1991) e Simone et al. (1992), referindo-se ao ideotipo de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte ereto para colheita mecanizada, sugerem que a altura ideal de planta é de 50 a 55 cm. A média de altura de planta obtida no ensaio foi de 37,2 cm e a do grupo "A" foi 41,33 cm. Bezerra (1997, 2005) em feijão-caupi de porte ereto obteve médias de 56,1 cm, (57,7; 82,7 e 83,3 cm), respectivamente. Portanto, a média obtida neste estudo é pequena em relação às médias citadas. Contudo, o genótipo UCR-95-701 apresentou uma altura de 58,8 cm, muito próxima da altura citada como ideal para colheita mecanizada direta (Tabela 3).

Quanto ao número de nós do ramo principal, os melhores resultados foram apresentados pelos genótipos UCR-95-701 (11,60 nós), IT87D-611-3 (10,65 nós), TE97-418F-07F-1 (10,40 nós) e MNC01-627-65-1 (10,35 nós). Para esse caráter, Bezerra (1997, 2005), Lopes et al. (2001) e Matos Filho (2006) trabalhando em feijão-caupi, obtiveram médias de 14,5, (14,17; 13,82 e 12,83), 18,98 e 16,08 nós, respectivamente. O comprimento do ramo principal e o

número de nós no ramo principal são caracteres importantes para a arquitetura de planta das cultivares destinadas à colheita mecanizada. Adams (1982), referindo-se ao feijão comum, relata que o número de nós do ramo principal do ideotipo ereto deve ser de 12 a 15. Segundo o autor, quanto maior o número de nós, mais elevada é a produção de vagens e grãos. Umaharan et al. (1997) também confirmam a importância do número de nós na eficiência reprodutiva.

Os genótipos MNC01-627-65-1 (3,75), IT90N-284-2 (3,96), IT87D-611-3 e MNC01-627D-5-1 (4,05) apresentaram os maiores números de ramos laterais. Para a variável número de nós dos ramos laterais a média foi de 4,39 nós. Quatro genótipos sobressaíram, merecendo destaque o IT87D-611-3 que apresentou 10,65 nós. Esses valores são superiores aos obtidos por Bezerra (2005) que foram de 4,19; 1,53 e 0,66, respectivamente, usando densidades de 100, 300 e 500 mil plantas por hectare, na média de cinco genótipos eretos de feijão-caupi. O ângulo de inserção dos ramos laterais apresentou média de 61,31°. O menor ângulo foi apresentado pelo genótipo IT82G-9 (51,4°) e o maior pelo IT91K-118-2 (70,9°). Neste trabalho todos os genótipos apresentaram ângulo de inserção agudo. As médias referentes ao NRL e ao AIRL estão próximas das obtidas por Bezerra (1997) que foram respectivamente de 2,2 e de 54,7 cm.

A produtividade de grãos apresentou média de 1.399,23 kg ha⁻¹, sendo que 27,27% dos genótipos apresentaram média superior a 1.500 kg ha⁻¹. O genótipo TVx5058-09C (2.029,84 kg ha⁻¹) foi o mais produtivo. Os genótipos IT82G-9, IT82D-889 e AU-94-MOB-816 merecem destaque pelo porte ereto, crescimento determinado e guia curta. Destes, IT82G-9 apresentou produtividade de grãos superior a 1237 kg ha⁻¹. A média de produtividade desse estudo foi superior às obtidas por Lopes et al. (2000, 2001), respectivamente, de 1008,97 e 1.049,219 kg ha⁻¹, e por Matos Filho (2006) que foi de 1.007,06 kg ha⁻¹ e inferior à obtida por Bezerra (1997) que foi de 2.235,9 kg ha⁻¹. Neste trabalho, a seleção prévia para porte ereto, a qual proporcionou um ganho na melhoria do porte da planta, pode ter contribuído para reduzir o número de genótipos de alta produtividade de grãos.

Percebe-se que para a maioria dos caracteres, exceto comprimento do hipocótilo, os valores estimados para a variância genética foram próximos aos obtidos para a variância fenotípica e superiores aos observados para a variância ambiental, indicando maior influência dos componentes genéticos em relação aos componentes ambientais na expressão dos caracteres. Esses resultados são próximos aos obtidos por Aquino e Nunes (1983) e

Bezerra (1997), para os caracteres floração inicial, comprimento do ramo principal, número de nós no ramo principal e produtividade de grãos relacionados com componentes genéticos sobre os ambientais. No entanto, diferem dos resultados de Bordia et al. (1973), que verificaram variância ambiental superior à variância genotípica para o caráter produtividade de grãos.

As estimativas de correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre os pares de caracteres,

são apresentadas na Tabela 4. Em sua maioria, as correlações genotípicas foram superiores às fenotípicas, e estas, superiores às de ambiente. As correlações do NNRP com o NNRL, e do NRL com o NNRL exibiram coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental próximos e de mesma magnitude e sinal. Tais resultados mostram que os caracteres envolvidos nessas associações são, ao mesmo tempo, influenciados geneticamente e pelo ambiente. Esses resultados são próximos aos obtidos por Apte et al.

Tabela 4 - Estimativas de correlações fenotípicas (CF), genotípicas (CG) e de ambiente (CE) entre doze caracteres agrônômicos em genótipos de feijão-caupi. Teresina, PI, 2004

Caracteres ⁽¹⁾	Correlação ⁽²⁾	MV	PC	CH	CE	CRP	NNRP	NRL	NNRL	AIRL	AC	PG
FI	CF	-0,37	0,49*	0,05	0,51*	0,44*	0,53*	0,65**	0,66**	0,17	-0,37	0,63**
	CG	0,91**	0,56**	0,10	0,62**	0,524*	0,62**	0,73**	0,76**	0,22	-0,38	0,78**
	CE	0,44*	-0,05	-0,08	-0,43*	-0,40	-0,08	-0,09	-0,15	0,03	-0,27	-0,04
MV	CF		0,71**	0,06	0,41	0,47*	0,48*	0,49*	0,49*	0,32	-0,41	0,72**
	CG		0,76**	0,03	0,50*	0,53*	0,55**	0,55**	0,56**	0,42	-0,45*	0,92**
	CE		0,39	0,20	-0,35	-0,19	0,00	-0,03	-0,01	0,03	0,06	-0,10
PC	CF			-0,08	0,22	0,62**	0,53*	0,38	0,28	0,52*	-0,48*	0,67**
	CG			-0,21	0,26	0,73**	0,65**	0,46*	0,35	0,74**	-0,57**	0,86**
	CE			0,14	0,03	-0,01	-0,01	-0,05	-0,07	0,00	0,11	0,08
CH	CF				0,36	-0,02	-0,10	0,26	0,24	0,06	0,29	0,01
	CG				0,65**	-0,11	-0,19	0,43	0,38	-0,06	0,46*	-0,04
	CE				-0,05	0,16	0,01	0,01	0,05	0,19	0,01	0,07
CE	CF					0,48*	0,40	0,39	0,45*	0,29	0,08	0,29
	CG					0,53*	0,54**	0,51*	0,61**	0,45*	0,10	0,37
	CE					0,16	-0,21	-0,31	-0,39	-0,10	-0,06	0,04
CRP	CF						0,84**	0,26	0,27	0,19	-0,28	0,60**
	CG						0,90**	0,28	0,29	0,22	-0,33	0,68**
	CE						0,53*	0,13	0,18	0,14	0,16	0,37
NNRP	CF							0,30	0,40	0,22	-0,29	0,59**
	CG							0,29	0,39	0,23	-0,37	0,71**
	CE							0,37	0,44*	0,16	0,15	0,23
NRL	CF								0,94**	0,45*	-0,06	0,13
	CG								0,98**	0,51*	-0,11	0,09
	CE								0,73**	0,29	0,27	0,30
NNRL	CF									0,41	-0,09	0,14
	CG									0,54**	-0,15	0,10
	CE									0,11	0,39	0,28
AIRL	CF										-0,11	0,01
	CG										-0,23	-0,02
	CE										-0,07	0,05
AC	CF											-0,43**
	CG											-0,58**
	CE											0,19

⁽¹⁾ FI: Floração inicial, em número de dias; MT: Maturidade das vagens, em dia; PC: ponto de colheita, em número de dias; CH: Comprimento do hipocótilo, em cm; CE: Comprimento do epicótilo, em cm; CRP: Comprimento do ramo principal, em cm; NNRP: Número de nós do ramo principal; NRL: Número de ramos laterais; NNRL: Número de nós dos ramos laterais; AIRL: Ângulo de inserção dos ramos laterais em graus; AC: Acamamento; PG: Produtividade de grãos, em kg.ha⁻¹; ⁽²⁾ *, ** : significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste t.

(1991), Bezerra (1997), Lopes et al. (2001), Oliveira (1996), e Siddique e Gupta (1991b).

O caráter FI apresentou correlações fenotípicas e genotípicas positivas e significativas com PC, CE, CRP, NNRP, NRL, NNRL e PG, destacando estes caracteres, como importantes influenciadores da floração inicial. As correlações estimadas entre os caracteres de FI e PG, e PC sugerem que o ganho obtido para precocidade tem como efeitos indiretos a diminuição do rendimento médio, possivelmente em decorrência da menor disponibilidade de fotossintetizados, que ocorre devido ao encurtamento da fase vegetativa. Os valores das correlações entre FI e NNRP, e CRP sugerem que a obtenção de ganho para precocidade teria como efeito indireto, por meio da resposta correlacionada, uma diminuição no NNRP e do CRP. Lopes et al. (2001), em feijão-caupi, observaram valores próximos quanto à correlação genotípica entre FI e NNRP (0,85).

As divergências de sinal para as correlações genotípicas e de ambiente observadas entre FI e PG; MT e CE, e CRP, e NRL e NNRL, e PG, dentre outras, mostram, conforme Falconer (1989), que as fontes de variação genotípica e de ambiente afetam os caracteres por meio de mecanismos fisiológicos diferentes. Esses resultados são próximos aos obtidos por Apte et al. (1991), Bezerra (1997), Lopes et al. (2001), e Oliveira (1996).

Outras correlações genotípicas e fenotípicas que se destacaram foram: MV com PC, CRP, NNRP, NRL, NNRL e PG; PC com CRP, NNRP, AIRL, AC e PG; CE com CRP e NNRL; CRP com NNRP e PG; NNRP com PG; e NRL com NNRL e AIRL. O caráter AC apresentou correlações fenotípicas e genotípicas negativas e significativas com o PC e PG. As correlações entre o NRL e AIRL foram positivas e de baixa magnitude.

Correlações de ambiente positivas e significativas foram obtidas para o FI e MT, CRP e NNRP, NNRP e NNRL, e NRL e NNRL. A existência de correlação de ambiente significativa indica que os dois caracteres são influenciados, de modo sistemático, pelas variações que ocorreram nas condições ambientais, sendo positiva quando o efeito dessas variações for favorável ou desfavorável às duas características concomitantemente (RAMALHO et al., 1993).

As correlações genotípicas entre o CRP e NNRP com PG foram positivas e significativas, de alta e média magnitude, respectivamente. A associação significativa entre os caracteres relacionados à arquitetura da planta com produtividade de grãos pode ser confirmada por meio da média dos caracteres (Tabela 3), nas quais se observa que os

maiores comprimentos e números de nós do ramo principal são apresentados pelos genótipos com as maiores produtividades de grãos. Tal fato mostra que o comprimento e o número de nós do ramo principal devem ser considerados na seleção indireta visando aumento de produtividade de grãos. Desse modo será possível identificar linhagens altamente produtivas em gerações iniciais, o que normalmente não ocorre em programas de melhoramento. Relativamente difícil é a seleção de progênies produtivas e com arquitetura moderna de planta. Bezerra et al. (2001) mencionaram correlações genotípicas positivas e significativas entre rendimento, floração inicial e peso de cem grãos e efeito direto negativo do número de nós do ramo principal e do número de vagens por planta no rendimento de grãos e peso de cem grãos.

A identificação de cultivares e linhagens de feijão-caupi precoces, com porte ereto, com melhor arquitetura de planta, com resistência ao acamamento e com alta produtividade de grãos possibilitará que a colheita seja totalmente mecanizada, permitindo que a cultura seja incorporada de forma definitiva aos sistemas de produção de empresas produtoras de grãos.

Conclusões

1. Existe variação genética entre os genótipos para os caracteres relacionados ao ciclo, à arquitetura da planta, precocidade e produtividade de grãos, o que indica a possibilidade de seleção para esses caracteres;
2. Os altos valores obtidos para o coeficiente de variação genética e para a herdabilidade relativos aos caracteres comprimento do epicótilo, comprimento do ramo principal, número de ramos laterais, número de nós nos ramos laterais e acamamento indicam que a seleção baseada no desempenho fenotípico dos mesmos pode ser praticada de forma efetiva;
3. As correlações positivas e significativas entre produtividade de grãos e os caracteres relacionados com o ciclo e com a arquitetura de planta constituem um fator de dificuldade para a obtenção de genótipos precoces, eretos e de alto rendimento;
4. O conjunto de genótipos possui as características desejáveis para a obtenção de plantas eretas adequadas à colheita mecanizada, sendo necessária a realização de recombinações genéticas para reuni-las em um mesmo genótipo.

Referências

- ACQUAAH, G.; ADAMS, M. W.; KELLY, J. D. Identification of effective indicators of erect plant architecture in dry bean. **Crop Science**, v. 31, n. 01, p. 261-264, 1991.
- ADAMS, M. W. Plant architecture and yield breeding. **Iowa State Journal of Research**, v. 56, n. 03, p. 225-254, 1982.
- APTE, U. B.; CHAVAN, S. A.; JADHAV, B. B. Correlation studies in cowpea. **Agricultural Science Digest**, v. 11, n. 02, p. 59-62, 1991.
- AQUINO, S. F. de; NUNES, R. P. Estrutura genética de populações de caupi e suas implicações no melhoramento genético através da seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n. 04, p. 399-412, 1983.
- BENVINDO, R. N. **Avaliação de genótipos de feijão-caupi de porte semi-prostrado em cultivo de sequeiro e irrigado**. 2007. 51 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI.
- BEZERRA, A. A. de C. **Efeitos de arranjos populacionais na morfologia e produtividade de feijão-caupi de crescimento determinado e porte ereto**. 2005. 123 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- BEZERRA, A. A. de C. **Variabilidade e diversidade genética em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) precoce, de crescimento determinado e porte ereto e semi ereto**. 1997. 105 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- BEZERRA, A. A. et al. Inter-relação entre caracteres de caupi de porte ereto e crescimento determinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 01, p. 137-142, 2001.
- BIRADAR, B. D.; GOUD, J. V.; PATIL, S. S. Genetic studies on seed size, protein content and grain yield of cowpea. **Crop Research Hissar**, v. 7, n. 02, p. 263-268, 1994.
- BORDIA, P. C.; VENDRA, J. P. V.; KUMAR, S. Genetic variability and correlation studies in cowpea (*Vigna sinensis* L. Savi ex Hassk.). **Rajasthan Journal of Agricultural Science**, v. 4, n. 01, p. 39-44, 1973.
- CISSE, N. et al. E. Registration of "Mouride" cowpea. **Crop Science**, v. 35, p. 1215-1216, 1995.
- COYNE, D. P. Modification of plant architecture and crop yield by breeding. **HortScience**, v. 15, n. 03, p. 244-247, 1980.
- CRUZ, C. D. **Programa genes: Versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV-Imprensa Universitária, 1994. 390p.
- DAMARANY, A. M. Estimates of genotypic and phenotypic correlation, heritability and potency of gene set in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Assiut Journal of Agricultural Sciences**, v. 25, n. 04, p. 1-8, 1994.
- EHLERS, J. D.; HALL, A. E. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). **Field Crops Research**, v. 53, p. 187-204, 1997.
- FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. 3. Ed. New York: Longman, 1989. 489p.
- FERNANDEZ, G. C. J.; MILLER JÚNIOR, J. C. Yield component analysis in five cowpea cultivars. **American Society for Horticultural Science Journal**, v. 110, n. 04, p. 553-559, 1985.
- FERREIRA, D. F.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H. Comparações múltiplas em experimentos com grande número de tratamentos – utilização do teste de Soctt-Knott. **Ciência Agrotécnica**, v. 23, n. 03, p. 745-752, 1999.
- FREIRE FILHO et al. **Características botânicas e agrônomicas de cultivares de feijão macáassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Teresina, PI, EMBRAPA - UEPAE de Teresina, 1981. 45 p. (EMBRAPA - UEPAE de Teresina. Boletim de Pesquisa, 4).
- FREIRE FILHO, F. R. et al. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de grãos de genótipos de caupi de pote semi-ereto. **Revista Científica Rural**, v. 6, n. 02, p. 31-39, 2001.
- FREIRE FILHO, F. R. Genética do caupi. In: ARAÚKO, J. P. P. de. WATT, E. E. **O Caupi no Brasil**. IITA/EMBRAPA, 1988, p. 159-248.
- FREIRE FILHO, F. R. et al. **Melhoramento genético de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] na região do Nordeste**. p. 1-34. Disponível em: <[HTTP://www.cpsa.embrapa.br](http://www.cpsa.embrapa.br)>. Acesso em: 10 jan. 2006.
- GRANGEIRO, T. B. et al. Composição bioquímica da semente. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 338-365.
- LEITE, M. de L.; VIRGENS FILHO, J. S. das; RODRIGUES, J. D. Produção e componentes de produção de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), em Botucatu – SP. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 25, p. 115-124, 1999.
- LOPES, A. C. de A. et al. Caracterização e avaliação de genótipos precoces e de portes ereto e semi-ereto de caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.). **Revista Científica Rural**, v. 5, n. 2, p. 86-95, 2000.
- LOPES, A. C. de A. et al. Variabilidade e correlações entre caracteres agrônômicos em caupi (*Vigna unguiculata*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 03, p. 515-520, 2001.
- MATOS FILHO, C. H. A. **Análise genética de caracteres relacionados à arquitetura de planta em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. 2006. 57 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI.
- OLIVEIRA, F. J. **Análises uni e multivariada aplicadas em cultivares de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1996. 16 f. Tese de Doutorado.
- RAM, T.; ANSARI, M. M.; SHARMA, T. T. R. S. Relative performance of cowpea genotypes in rainfed condition of

- Andaman and their genetic parameter analyses for seed yield. **Indian Journal of Pulses Research**, v. 7, n. 01, p. 72-75, 1994.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos.; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijão**. Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- ROCHA, M. M. et al. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi de tegumento branco. **Revista Científica Rural**, v. 8, n. 01, p. 135-141, 2003.
- SCOTT, R. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 03, p. 507-517, 1974.
- SIDDIQUE, A. K. M. A. R.; GUPTA, S. N. Correlation studies in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Annals of Biology**, v. 07, n. 02, p. 181-185, 1991b.
- SIDDIQUE, A. K. M. A. R.; GUPTA, S. N. Genotypic and phenotypic variability for seed yield and other traits in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **International Journal of Tropical Agriculture**, v. 09, n. 02, p. 144-148, 1991a.
- SIMONE, M. de et al. Adaptación de variedades y líneas de judías secas (*Phaseolus vulgaris* L.) a la recolección mecánica directa. **Salta**: INTA, 1992. 5p.
- SINGH, B. B. et al. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C. A.; TARAWALI, S. A.; SINGH, B. B.; KORMAWA, P. M.; TAMO, M. (Ed.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: IITA, 2002. p. 22-40.
- SISTEMA brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- TOMM, G. O. et al. Comportamento de genótipos de feijão caupi “moita marrom” em Passo Fundo, RS. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA EM CAUPI, 5. 2001, Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. p. 183-186. (Embrapa Meio-Norte, Documento 56).
- UMAHARAN, P.; ARIYANAYAGAM, R. P.; HAQUE, S. Q. **Genetic analysis of yield and its components in vegetable cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. *Euphytica*, v. 96, n. 02, p. 207-213, 1997.