

Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais

Antônio Aécio de Carvalho Bezerra^{1*}, Francisco José Alves Fernandes Távora², Francisco Rodrigues Freire Filho³, Valdenir Queiroz Ribeiro³

RESUMO

Os progressos na agricultura dependem, em parte, do desenvolvimento de novos genótipos com características que atendam às exigências dos sistemas de cultivo tecnificados. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes arranjos populacionais sobre características morfológicas e de produção em genótipos modernos de porte ereto e hábito de crescimento determinado. O experimento foi conduzido em 2002, na área experimental da Embrapa – Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte, em Teresina – Piauí, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados no esquema fatorial 5x3, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco genótipos (IT 87D-611-3, TE 97-411-1F-16, TE 97-406-2F-22-2, EVx 91-2E-2 e TE 96-282-22G) e três populações de plantas (10^5 , 3×10^5 e 5×10^5 plantas.ha⁻¹). As variáveis analisadas foram: número de nós no ramo principal (NNRP); comprimento do ramo principal (CRP); número de ramos laterais (NRL); peso de 100 grãos (PCG); produção de grãos por planta (PGP) e rendimento de grãos (REND). Aumentos nas densidades de plantas promovem mudanças significativas na morfologia e na capacidade produtiva das plantas com aumento no comprimento do ramo principal e reduções no número de nós do ramo principal, número de ramos laterais e produção de grãos por planta. O maior rendimento de grãos é obtido na população de 3×10^5 plantas.ha⁻¹.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, crescimento determinado, porte ereto, população de plantas.

Morphology and grain yield in modern lines of cowpea under different planting densities

ABSTRACT

The progress of agriculture depends, partly, on the development of new genotypes with characteristics that assist to the demands of modern cropping systems. The objective of this study was to evaluate the effects of different plant populations on morphologic characteristics and grain yield of modern bunch type genotypes with determine growth habit. The experiment was seeded in 2002, at the Embrapa - Center of Agricultural Research of the Meio-Norte, in Terezina - Piauí. The experimental design was a factorial arrangement 5x3 in a randomized block design, with four replications. The treatments were the combination of five genotypes (IT 87D-611-3, TE 97-411-1F-16, TE 97-406-2F-22-2, EVx 91-2E-2 and TE 96-282-22G) with three plant populations (10^5 , 3×10^5 and 5×10^5 plantas.ha⁻¹). The variables analyzed were: number of nodes in tem main stem; length of the main stem; number of lateral branches; weight of 100 seeds; grain yield per plant e grain yield. The increase of plant population promoted significant changes in the morphology and in the yield of the plants with increase in the length of the main stem and reductions in the number of nodes in tem main stem, number of lateral branches and grain yield per plant. The highest grain yield was obtained with the population of 3×10^5 plants.ha⁻¹.

Keywords: *Vigna unguiculata*, determined growth, erect, plant population.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro produtor mundial de feijão-caupi com 11,5 milhões de hectares plantados (Singh et al., 2002) e rendimento médio de 317 kg.ha⁻¹ (Freire Filho et al., 2005). É cultivado nas regiões Norte e, principalmente Nordeste onde tem uma grande importância como fonte geradora de emprego e renda e constitui-se em um dos principais componentes da alimentação humana dessas regiões.

A cultura explorada tradicionalmente por pequenos produtores em cultivo de sequeiro e com baixo nível tecnológico, tem sido pesquisada mais intensamente nas últimas décadas e apresentado melhorias técnicas e econômicas dos sistemas de produção que, juntamente com outros fatores, vêm contribuindo para o aumento progressivo da participação de empresários de médio e grande porte na produção e comercialização de feijão-caupi. Estes fatos têm gerado uma demanda por cultivares com características que atendam às necessidades dos sistemas de produção tecnificados, dentre elas, além do alto potencial de rendimento, da resistência a pragas e doenças e da qualidade de grãos, são necessárias características de porte e arquitetura adequados ao maior adensamento e à mecanização da cultura, inclusive da colheita.

O número de ramos laterais e suas características influenciam diretamente a arquitetura da planta e o potencial de rendimento de grãos, e conforme observado por Santos & Araújo (2000), Távora et al. (2001) e Mendes et al. (2005), diminui significativamente com o aumento da população de plantas.

Mendes et al. (2005) observaram que a porcentagem de luz interceptada, o índice de área foliar e a taxa de crescimento da cultura apresentaram um incremento de 50%, 206% e 130%, respectivamente, quando a população de plantas foi aumentada de 41.666 para 166.666 plantas.ha⁻¹.

O porte da planta tem influência direta na resposta do feijão-caupi ao adensamento populacional, de modo que os decréscimos observados na produção de grãos por planta em decorrência do aumento da população de plantas.ha⁻¹ ocorrem em menor intensidade nos

genótipos de porte ereto, quando comparados aos de porte enramador Nangju et al. (1975) e Cardoso et al. (1997b).

O porte, a arquitetura e o sistema de produção são fatores que influenciam na determinação do arranjo de plantas mais adequado para que os fatores ambientais sejam eficientemente aproveitados e o potencial produtivo da cultivar seja maximizado (Bezerra, 2005).

A maior expressão do potencial produtivo das cultivares é resultado da combinação de um conjunto de fatores, destacando-se, dentre eles, a população de plantas por ter influência marcante em várias características morfológicas, fisiológicas e de rendimento de grãos (Bezerra, 2005), e segundo Cardoso et al. (2005) a escassez ou excesso de plantas por área é uma das causas da baixa produtividade do feijão-caupi no Brasil.

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos de diferentes densidades populacionais sobre características morfológicas, componentes de produção e rendimento de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado no dia 06 de agosto de 2002 em área experimental da Embrapa – Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte, em Teresina – PI, localizada a 05° 05' de latitude Sul, 42° 48' de longitude Oeste e 72 m de altitude, irrigado pelo sistema de aspersão. O solo da área experimental foi preparado com uma aração e duas gradagens cruzadas e foi irrigado, nos dois dias que antecederam o plantio, até a capacidade de campo, conforme Richards (1947).

Com base no resultado da análise de solo, optou-se por não fazer a adubação química da área experimental.

Foram avaliadas três populações (1x10⁵, 3x10⁵ e 5x10⁵ plantas.ha⁻¹) e cinco linhagens (IT 87D-611-3, TE 97-411-1F-16, TE 97-406-2F-22-2, EVx 91-2E-2 e TE 96-282-22G) no esquema fatorial 3 X 5, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas experimentais, com uma área total 11,0 m² (2m x 5,5 m), foram

constituídas por quatro fileiras de 5,5 m, espaçadas de 0,50 m e área útil de 5,0 m².

A semeadura foi realizada manualmente, em sulcos de 0,05 m de profundidade, utilizando-se barbantes pré-marcados com base no espaçamento entre plantas dentro da fileira de cada população, sendo distribuídas duas sementes por cova com o objetivo de assegurar o estande inicial de cada população. O desbaste foi realizado quinze dias após o plantio, deixando-se apenas uma planta por cova. Nesta operação, as plantas excedentes foram cortadas abaixo do nó cotiledonar e ao nível do solo, evitando-se deste modo, o rebrotamento das mesmas, bem como, a danificação do sistema radicular das plantas remanescentes.

Para o controle das plantas daninhas foram realizadas na área experimental uma aplicação em pré-plantio do herbicida Dual Gold na dosagem de 1,5 l.ha⁻¹ e uma capina com cultivador atração animal e complementação manual.

No controle fitossanitário do ensaio foram efetuadas uma pulverização preventiva, com Ridomil Mancozeb[®] na dosagem de 40g.ha⁻¹ do produto comercial para controle de fungos do solo, e duas curativas, à base de Actara na dosagem de 75g/ 20 litros d'água, para o controle de cigarrinhas (*Empoasca kraemerii* Ross e Moore), pulgões (*Apis cracivora* Koch) e Moscas Branca (*Bemisia tabaci* Genn).

Foram avaliados, aos 70 dias após o plantio, os seguintes caracteres: número de nós no ramo principal (NNRP); comprimento do ramo principal (CRP); número de ramos laterais (NRL); peso de 100 grãos (PCG); produção de

grãos por planta (PGP) e rendimento de grãos (REND).

O NNRP corresponde à contagem direta dos nós a partir do nó cotiledonar ao último nó do ramo principal; o CRP é a medida, em cm, entre o colo da planta e o ápice do ramo principal; o NRL refere-se ao número de ramos laterais no ramo principal; o P100G foi obtido pelo somatório do peso médio de três amostras de cem grãos; o PGP, em gramas, representa a produção total de grãos da planta; o REND corresponde à produção de grãos na área útil da parcela, transformada para kg.ha⁻¹.

Os dados referentes aos caracteres NNRP, CRP, NRL e PGP correspondem à média de três plantas individuais escolhidas ao acaso.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância. Os efeitos estatisticamente significativos pelo teste "F" foram analisados pelo teste de Tukey visando à comparação de médias entre as linhagens. Para o fator população de plantas realizou-se a análise de regressão polinomial quando foram testados os modelos linear e quadrático. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o "software" SAS.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todos os caracteres apresentaram significância estatística pelo teste F para os dois fatores, exceto o PCG que não mostrou variação significativa em função dos níveis populacionais (Tabela 1). Estes resultados indicam a princípio, a existência de variabilidade entre as linhagens para os caracteres avaliados.

Tabela 1. Análises de variância, médias gerais e coeficientes de variação para o número de nós no ramo principal (NNRP), comprimento do ramo principal (CRP), número de ramos laterais (NRL), peso de cem grãos (PCG), produção de grãos por planta (PGP) e rendimento de grãos (REND). Fortaleza, CE. 2005.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios					
		NNRP	CRP (cm)	NRL	PCG (g)	PGP (g)	REND kg.ha ⁻¹
Bloco	3	9,65	1408	0,30	3,34	18,30	97059
Linhagem (L)	4	3,61*	1473**	2,80**	112,50**	46,70**	162673**
População (P)	2	9,71**	4270**	67,80**	0,02 ^{ns}	1330,30**	262158**
LxP	8	1,08 ^{ns}	199 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,75 ^{ns}	27,50**	45294 ^{ns}
Resíduo	42	1,04	180	0,45	0,89	4,98	35675
Médias	-	14,60	74,50	2,12	18,36	15,20	1705,40
C.V (%)	-	6,90	17,90	31,50	5,20	14,60	11,10

^{ns}, * e ** não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores apenas para PGP demonstrando para esta variável uma resposta diferenciada das linhagens em relação às diferentes populações.

Para o NNRP o teste de Tukey indicou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as linhagens TE 96-282-22G e TE 97-411-1F-16 que apresentaram a maior (14,23) e a menor (12,87) médias respectivamente (Tabela 2). O aumento da população de plantas de 10^5 para 5×10^5 plantas.ha⁻¹ provocou redução, com efeito linear de 9,5% no NNRP (Figura 1). Esta característica está diretamente relacionada com a quantidade de pontos para o desenvolvimento de gemas reprodutivas, tendo uma grande importância nos plantios mais adensados, onde a maioria das gemas reprodutivas ocorre no ramo principal, face a grande redução imposta no número de ramos laterais em resposta ao

adensamento de plantas. Estes resultados são concordantes com os obtidos por Santos & Araújo (2000).

Em relação ao comprimento do ramo principal (CRP) as linhagens com maiores médias – TE 96-282-22G (104 cm) e IT 87D-611-3 (83 cm) – diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) entre si e das demais pelo teste de Tukey a 5%. Porém, em todas as linhagens observou-se um incremento no comprimento do ramo principal com o aumento da população de plantas, sendo que na média, esse aumento foi de 44% quando comparadas às populações de 10^5 e 5×10^5 plantas.ha⁻¹ (Tabela 2).

De acordo com a equação de regressão, dentro do intervalo de 10^5 a 4×10^5 plantas.ha⁻¹, o comprimento do ramo principal aumentou com o aumento da população, porém,

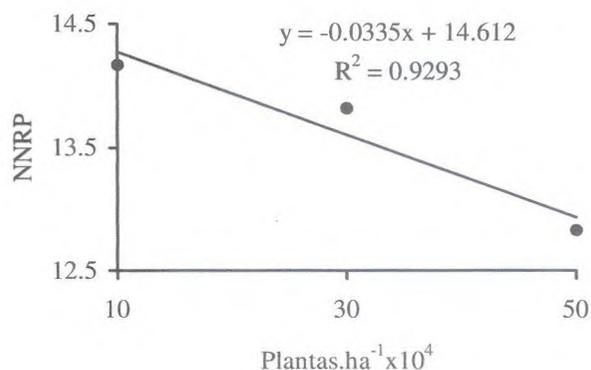


Figura 1. Variação no número de nós no ramo principal (NNRP) considerando-se a média de cinco linhagens em função da população de plantas por hectare.

Tabela 2. Comparação de médias das variáveis número de nós no ramo principal (NNRP), comprimento do ramo principal (CRP), número de ramos laterais (NRL), peso de cem grãos (PCG), produção de grãos por planta (PGP) e rendimento de grãos (REND). Fortaleza, CE. 2005.

Linhagens ¹	Médias das Populações ²							REND (kg.ha ⁻¹)
	NNRP	CRP (cm)	NRL	PCG (g)	PGP ³ (g)			
					1x10 ⁵	3x10 ⁵	2x10 ⁵	
IT 87D-611-3	13,95ab	83,20b	2,60a	14,43c	18,92a	10,53ab	9,42a	1598b
TE 97-411-1F-16	12,87b	65,80c	2,55a	15,70b	25,41b	9,83a	6,97a	1657b
TE 97-406-2F-28-2	13,74ab	61,50c	2,15ab	20,05a	23,28ab	12,58ab	8,04a	1676b
EVx 91-2E-2	13,23ab	57,80c	1,89ab	21,03a	23,79b	14,06ab	11,20a	1903a
TE 96-282-22G	14,23a	104,40a	1,43b	20,60a	30,70c	14,49b	8,50a	1690ab
D.M.S	1,18	16,60	0,78	1,10		4,49		219,70

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

²Médias das três populações.

³Médias das populações de 10^5 e 3×10^5 plantas.ha⁻¹.

aumentando-se a população dentro do intervalo de 4×10^5 a 5×10^5 plantas.ha⁻¹ haverá redução no comprimento do ramo principal (Figura 2).

Na população de 10^5 plantas.ha⁻¹ todas as linhagens, com exceção da TE 96-282-22G, apresentaram comprimento do ramo principal fora da faixa de 0,60 a 1,00 m, considerada como satisfatória para a colheita mecanizada. Entretanto, nas populações de 3×10^5 e 5×10^5 plantas.ha⁻¹, apenas o genótipo citado apresentou comprimento do ramo principal fora da faixa satisfatória.

A análise comparativa entre médias pelo teste de Tukey (Tabela 2) revelou que as linhagens IT 87D-611-3 e TE 97-411-1F-16 apresentaram as maiores médias para o número de ramos laterais e diferiram significativamente da TE 96-282-22G que apresentou a menor média para esta característica. Entretanto, não

houve diferença estatística destas com os demais.

Para todas as linhagens houve uma diminuição no número de ramos laterais com o aumento da população de plantas, alterando de forma significativa a arquitetura das plantas. Na média, verificou-se um decréscimo de 63,5% e 84,2% no número de ramos laterais, respectivamente, para as populações de 3×10^5 e 5×10^5 plantas.ha⁻¹ quando comparadas com a de 10^5 plantas.ha⁻¹ (Figura 3). Essa redução no número de ramos laterais é um comportamento esperado, devido ao nível de competição entre plantas que se estabelece em altas densidades e que afeta diretamente a capacidade produtiva das mesmas. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos & Araújo (2000), Távora et al. (2001) e Mendes et al. (2005).

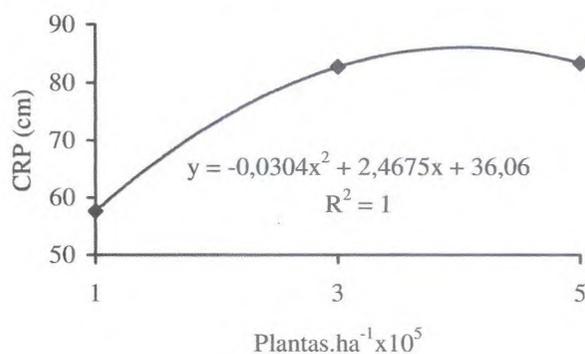


Figura 2. Variação no comprimento do ramo principal (CRP) considerando-se a média de cinco linhagens em função da população de plantas por hectare.

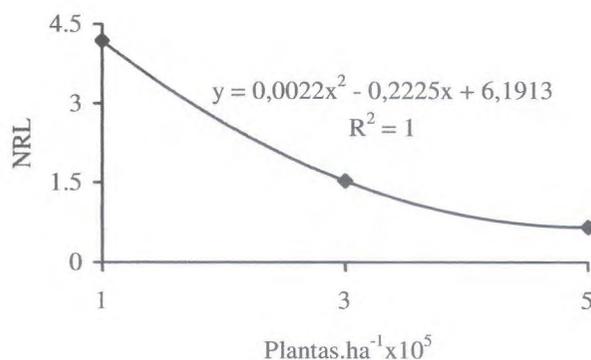


Figura 3. Variação no número de ramos laterais (NRL) considerando-se a média de cinco linhagens em função da população de plantas por hectare.

A relação inversa verificada entre o número de ramos laterais e a população de plantas, pode ser favorável ao processo de modernização e tecnificação dos sistemas de produção de feijão-caupi que pressupõe a utilização de níveis populacionais elevados e plantas com poucos ramos laterais favorecendo assim, a mecanização dos tratos culturais, inclusive a colheita.

As linhagens TE 96-282-22G, EVx 91-2E-2 e TE 97-406-2F-22-2 apresentaram as maiores médias para o peso de cem grãos e não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey, porém, suas médias foram superiores às médias das linhagens TE 97-411-1F-16 e IT 87D-661-3, as quais diferiram significativamente entre si (Tabela 2).

Dentro dos níveis avaliados, o fator população de plantas não influenciou significativamente o peso de cem grãos, indicando que, mesmo com o incremento da competição intra-específica imposta pelo aumento da população de plantas, a quantidade de matéria seca armazenada nos grãos não foi alterada. Estes resultados são concordantes com os obtidos por Jollow & Ferguson (1985), Cardoso et al. (1997a,b) e Távora et al. (2000, 2001).

Para todas as linhagens verificou-se uma redução na produção de grãos por planta com o aumento da densidade populacional. As menores reduções foram observadas para as linhagens IT 87D-611-3 e EVx 91-2E-2 com 50,2% e 51,2%, respectivamente, e as maiores, para as linhagens TE 97-411-1F-16 e TE 96-282-22G, com 72,0% quando consideradas as populações de 10^5 e 5×10^5 plantas.ha⁻¹. Para este mesmo intervalo, a redução na produção de grãos por planta, considerando-se a média das cinco linhagens, foi de 63,5%.

O estudo comparativo de médias pelo teste de Tukey detectou diferenças significativas entre as linhagens dentro das populações de 10^5 e 3×10^5 plantas.ha⁻¹ e não significativas dentro da população de 5×10^5 plantas.ha⁻¹ (Tabela 2). Para a população de 10^5 plantas.ha⁻¹, as linhagens TE 97-411-1F-16 e TE 96-282-22G foram estatisticamente superiores ao IT 87D-611-3, e para a população de 3×10^5 plantas.ha⁻¹, as linhagens TE 96-282-22G e EVx 91-2E-2 foram estatisticamente superiores ao TE 97-411-

1F-16. Porém, dentro dos referidos níveis populacionais, as linhagens citadas não diferiram significativamente das demais.

Em média, comparando-se os dois intervalos entre os três níveis populacionais, observou-se que as reduções impostas à produção de grãos por planta com o aumento da população de 10^5 para 3×10^5 plantas.ha⁻¹ foram bem mais severas que aquelas observadas para o intervalo de 3×10^5 e 5×10^5 plantas.ha⁻¹ e corresponderam em média, a 49,6% e 27,6%, respectivamente (Tabela 2).

O desdobramento da regressão polinomial para a interação revelou efeitos lineares para as linhagens TE 97-406-2F-22-2 e EVx 91-2E-2 e quadráticos para as demais linhagens (Figura 4).

O aumento da competição entre plantas nas maiores densidades populacionais provocou reduções significativas no número de ramos laterais e na área foliar da planta que, conseqüentemente, teve reflexos negativos na produção de grãos por planta. Decréscimos na produção de grãos por planta em resposta ao aumento da população de plantas.ha⁻¹ foram observados também por Távora et al. (2000, 2001) e Mendes et al. (2005).

Considerando-se os três níveis populacionais, a análise comparativa entre médias pelo teste de Tukey (Tabela 2) mostrou que o material EVx 91-2E-2 apresentou o maior rendimento de grãos em todas as populações e não diferiu significativamente do TE 96-282-22G, porém foi superior aos demais.

O máximo rendimento de grãos (1.836 kg.ha⁻¹) foi obtido para uma população aproximada de 3×10^5 plantas.ha⁻¹ e representa um acréscimo de 13,2% em relação a menor população (Figura 5). Cardoso & Ribeiro (2006) obtiveram um efeito quadrático para o rendimento de grãos com um máximo de 1.670 kg.ha⁻¹.

Na população de 10^5 plantas.ha⁻¹ a competição entre plantas foi menor em relação aos demais níveis populacionais e se estabeleceu nos estádios avançados de produção, favorecendo um maior desenvolvimento vegetativo com valores elevados para o número de ramos laterais, e conseqüente aumento dos primórdios florais.

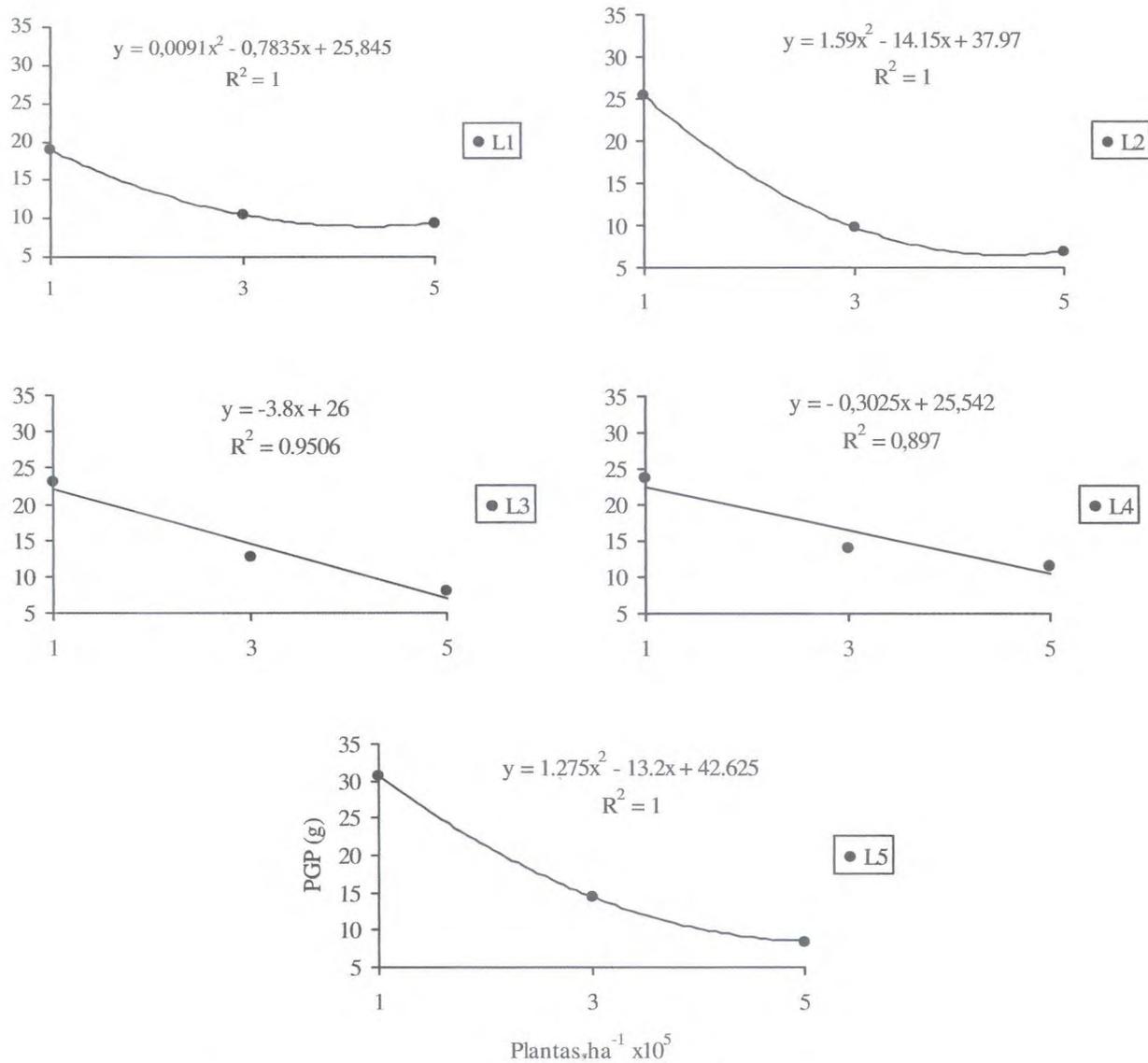


Figura 4. Variação na produção de grãos por planta (PGP) para as linhagens IT 87D-611-3 (L1), TE 97-411-1F-16 (L2), TE 97-406-2F-22-2 (L3), EVx 91-2E-2 (L4) e TE 96-282-22G (L5), considerando-se a média de cinco linhagens em função da população de plantas por hectare.

Segundo Donald (1963), essa situação favorece a competição intraplanta, tendo como conseqüências a desuniformidade da produção por planta e a redução no rendimento de grãos. Já para a população de 5×10^5 plantas.ha⁻¹, a competição muito elevada entre plantas, se estabeleceu nos estádios iniciais do desenvolvimento, excedendo a capacidade de competição de muitas plantas que se tornam

improdutivas, e diminuindo o estande final de plantas produtivas, e conseqüentemente, a produtividade de grãos. Com relação à população de 3×10^5 plantas.ha⁻¹, a competição se estabeleceu em tempo e níveis favoráveis, o que ensejou o surgimento da interação cooperativa, favorecendo assim, o maior rendimento de grãos verificado.

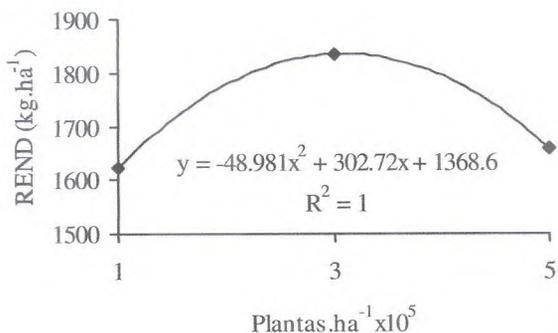


Figura 5. Variação no rendimento de grãos (REND) considerando-se a média de cinco linhagens em função da população de plantas por hectare.

4 CONCLUSÕES

O número de nós no ramo principal, o número de ramos laterais e a produção de grãos por planta diminuem com o aumento da população de plantas.ha⁻¹.

O aumento da densidade populacional propicia um maior comprimento do ramo principal das plantas.

As linhagens apresentam respostas diferenciadas para o caráter produção de grãos por planta em função dos diferentes níveis populacionais.

O máximo rendimento de grãos observado e estimado (1.835 kg.ha⁻¹) é obtido para o nível populacional de 3x10⁵ plantas.ha⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZERRA, A. A. de C. *Efeitos de arranjos populacionais na morfologia e produtividade de feijão-caupi de crescimento determinado e porte ereto*. 2005. 123p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CARDOSO, M. J.; MELO, F. de B.; FREIRE FILHO, F. R.; FROTA, A. B. Densidade de planta de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] de porte enramador e moita em regime de sequeiro. *Ciência e Agrotecnologia*, v.21, n.2, p.224-227, abr./jun. 1997a.

CARDOSO, M. J.; MELO, F. de B.; ANDRADE JUNIOR, A. S. Densidade de planta de caupi em regime irrigado. *Pesquisa*

Agropecuária Brasileira, v.32, n.4, p.399-405, abr. 1997b.

CARDOSO, M. J.; MELO, F. de B.; LIMA, M. G. de. Ecofisiologia e manejo de plantio. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). *Feijão-caupi: avanços tecnológicos*. Brasília: Embrapa Informação Tecnologia, 2005. p.212-228.

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Desempenho agrônomo do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função de espaçamentos entre linhas e densidades de plantas sob regime de sequeiro. *Ciência Agrônômica*, v. 37, n. 1, p.102-105, 2006.

DONALD, C. M. Competition among crop and pasture plants. *Advance in Agronomy*, v.15, p.1-118, 1963.

JOLLOW, A. T.; FERGUSON, T. V. Effects of planting density and cultivar on seed yield cowpeas [*Vigna unguicula* (L.) Walp] in Trinidad. *Tropical Agriculture*, v.62, n.2, p.121-124. 1985.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Prefácio. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). *Feijão-caupi: avanços tecnológicos*. Brasília: Embrapa Informação Tecnologia, 2005. p.17-18.

MENDES, R. M. de S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PINHO, J. L. N. de; PITOMBEIRA, J. B. Alterações na relação fonte-dreno em feijão-decorda submetido a diferentes densidades de plantas. *Ciência Agrônômica*, v. 36, n. 1, p.82-90, jan./abr. 2005.

NANGJU, D.; LITTLE, T. M.; ANJORIN-OHU, A. Effect of plant density and spatial arrangement on seed yield of cowpea. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. v.100, n.5, p.467-470, Sep. 1975.

SANTOS, C. A. F.; ARAUJO, F. P. Produtividade e morfologia de genótipos de caupi em diferentes densidades populacionais irrigado e de sequeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.10, p.1977-1984, out. 2000.

SINGH, B. B.; EHLERS, J. D.; SHARMA, B.; FREIRE FILHO, F. R. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C.A.; TARAWALI, S.A.; SINGH, B.B.; KORMAWA, P.M.; TAMO, M. (Ed.). *Challenge and opportunities for enhancing sustainable cowpea production*. Ibadan: IITA, 2002. p.22-40.

TÁVORA, F. J. A. F.; CARVALHO, W. P. de; PINHO, J. L. N. de; PITOMBEIRA, J. B. Densidade de plantio na cultura do feijão-de-corda irrigado. II. Componentes de produção e rendimento de grãos. *Ciência Agrônômica*, v. 31, n. 1/2, p.20-25, 2000.

RICHARDS, L. A. Pressure-membrane apparatus, construction and use. *Agronomy Engineering*, n.28, p.451-454. 1947.

TÁVORA, F. J. A. F.; NOGUEIRA, S. L.; PINHO, J. L. N. de; Arranjo e populações de plantas em cultivares de feijão-de-corda com diferentes características de copa. *Ciência Agrônômica*, v. 32, n. 1/2, p.69-77, 2001.

¹ Prof. Dr, Depto. de Engenharia Agrônômica, CPCE/UFPI, Bom Jesus, PI. *Autor correspondente. E-mail: aecio@ufpi.br

² Prof. Dr, Depto. de Fitotecnia, Campus do Pici/UFC, Fortaleza, CE. E-mail: tavora@ufc.br

³ Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. E-mail: freire@cpamn.embrapa.br