



## Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em feijão-caupi sob estresse hídrico severo

Ariana Lisboa Meira<sup>1\*</sup>, Thays Moura Santana<sup>1</sup>, Cláudio Lúcio Fernandes Amaral<sup>1</sup>, Divino Levi Miguel<sup>1</sup>, Nelson Soares dos Santos Júnior<sup>1</sup>

**RESUMO:** O feijão-caupi é uma fabacea amplamente distribuída no mundo. Foi objetivo do trabalho, estimar parâmetros genéticos para características de crescimento entre cultivares de feijão-caupi, sob estresse hídrico severo, no município de Vitória da Conquista - BA. Os tratamentos consistiram de quatro cultivares (BRS Pujante, BRS Guariba, BRS Marataoã e BRS Xique-xique), submetidas a 20% do nível de irrigação, distribuídas em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. As variáveis analisadas foram: altura da planta (AP), número de nós do ramo principal (NNRP), diâmetro do caule (DC), massa fresca parte aérea (MFPA), massa fresca raiz (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca raiz (MSR), massa seca total (MST) e quantidade de água utilizada (QAU). Durante a fase vegetativa realizaram-se três avaliações de AP, DC e NNRP. Somente AP e MFR diferiram entre as cultivares, sendo estimadas para estas variâncias fenotípica (VF), genotípica (VG) e ambiental (VE), coeficientes de variação genotípica ( $CV_g$ ), fenotípica ( $CV_f$ ), ambiental ( $CV_a$ ), relação  $CV_g/CV_a$ , herdabilidade ( $h^2$ ) e ganho genético (GA%). As estimativas de  $CV_g$ ,  $CV_f$ ,  $CV_a$ ,  $h^2$  e GA%, foram elevadas para AP e MFR. As variáveis AP e MFR são passíveis de fácil seleção. A cultivar BRS Xique-xique foi a mais tolerante ao estresse hídrico quando submetidas ao nível severo de irrigação.

**Palavras-chave:** características agronômicas, ganho genético, herdabilidade, variância genética, *Vigna unguiculata*

## Estimates of genetic parameters for growth traits in cowpea under severe water stress

**ABSTRACT:** Cowpea is a Fabaceae widely distributed in the world. This work aimed at to estimate genetic parameters for growth traits among cowpea cultivars under severe water stress, in Vitória da Conquista - BA. Treatments consisted of four cultivars (BRS Pujante, BRS Guariba, BRS and BRS Marataoã Xique-xique), subject to 20% irrigation levels with a randomized block design with four replications. The variables analyzed were: plant height (PH), number of nodes in the main branch (NNMB), stem diameter (SD), shoot fresh weight (SFW), fresh root mass (FRM), fresh mass total shoot dry weight (FMTSDW), dry root mass (DRM), total dry mass (TDM) and water used (WU). PH and FRM only differed among cultivars, being estimated to these phenotypic variation (VP), genotypic (VG) and environmental (VE), genotypic variation coefficients ( $CV_g$ ), phenotypic ( $CV_p$ ), environmental ( $CV_a$ ), relation  $CV_g / CV_e$ , heritability ( $h^2$ ) and genetic gain (GA%). Estimates of  $CV_g$ ,  $CV_p$ ,  $CV_e$ ,  $h^2$  and GA% were high for PH and FRM. The PH and FRM variables are likely easy selection. The cultivar BRS Xique-xique was the most tolerant to water stress when submitted to the severe level of irrigation.

**Keyword:** agronomic characteristics, genetic gain, heritability, genetic variance, *Vigna unguiculata*

## INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) é uma leguminosa geradora de emprego e renda. Possui fibras alimentares e minerais, elevado teor proteico e energético para a população humana, sendo também, utilizada na alimentação animal como forragem, adubo verde e proteção do solo. *V. unguiculata* é muito cultivada nas regiões semiáridas da África, Brasil e Estados Unidos (ROCHA et al., 2009).

Na Região Nordeste, a produção pode ser afetada por estresses bióticos e abióticos, os quais afetam o crescimento e o desenvolvimento da cultura. Dentre

estes, destacam-se aqueles decorrentes da baixa disponibilidade hídrica, associados a longos períodos de estiagem e temperaturas elevadas (SILVA et al., 2012). O estresse hídrico provoca alterações nas propriedades das membranas, aumenta a respiração, inibe a fotossíntese, diminui a produção de matéria seca, causa senescência prematura e reduz a produção (DUARTE et al., 2013).

Nestas regiões, há limitações técnicas (como uso de cultivares inadequadas, baixa fertilidade do solo, técnicas agrícolas não apropriadas), ausência de

controle fitossanitário, falta de crédito e irregularidade das condições climáticas (chuvas insuficientes e mal distribuídas) (ABADASSI, 2015).

O comportamento das culturas em condições de déficit hídrico varia de acordo com a espécie, cultivar, tempo de exposição e fatores edáficos. Não havendo uma única variável que seja indicativa de tolerância à seca (NASCIMENTO et al., 2011).

A realização de estudos para avaliar o desempenho de cultivares desenvolvidas para o cultivo em regime de sequeiro torna-se necessária, frente às limitações hídricas impostas que ocorrem em diferentes fases de crescimento da cultura, avaliando estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre variáveis de interesse relacionadas à produtividade.

Por meio do estudo de parâmetros genéticos (variâncias fenotípicas, genotípicas e ambientais, coeficientes de variação fenotípica, genotípica e ambiental, herdabilidade, ganho genético) é possível conhecer a variabilidade genética, o grau de expressão de um caráter de uma geração para outra e a possibilidade de ganhos por meio da seleção direta ou indireta (ROCHA et al., 2003). Neste contexto, foi objetivo deste trabalho estimar parâmetros genéticos para características de crescimento entre cultivares de feijão-caupi de diferentes portes, sob estresse hídrico severo, no município de Vitória da Conquista - BA, em ambiente controlado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período de março a junho de 2015, no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus de Vitória da Conquista – BA, situado a 923 m de altitude, coordenadas geográficas de 14°87'11"S e 40°84'44"O. O clima da região é classificado como tropical de altitude (Cwa), de acordo com Köppen, precipitação média anual de 733,9 mm. Durante a condução do experimento, dentro da casa de vegetação, a temperatura média foi de 28 °C e a condutividade da água empregada foi 0,12 µS.

Os tratamentos consistiram das quatro cultivares, BRS Guariba, BRS Marataoã, BRS Xique-xique, e BRS Pujante, submetidas ao nível de irrigação de 20% da capacidade de vaso, com delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Em cada parcela tinha duas plantas de feijão-caupi, totalizando 32 parcelas.

O solo utilizado, proveniente de área pertencente à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus Vitória da Conquista, classificado como Latossolo Amarelo distrófico, foi coletado na profundidade de 0-20cm. As análises das características físico-químicas apresentaram os

seguintes aspectos: areia grossa = 350g kg<sup>-1</sup>; areia fina = 200g kg<sup>-1</sup>; silte = 50g kg<sup>-1</sup>; argila = 400g kg<sup>-1</sup>; classe textural = argilo-arenosa; densidade do solo = 1,09kg dm<sup>-3</sup>; densidade de partícula = 2,47kg dm<sup>-3</sup>; porosidade total = 55,87 %; pH (H<sub>2</sub>O) = 5,5; P = 2,0mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,2cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 2,1 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>+</sup> = 1,0cmolc dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 0,1cmolc dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup> = 2,1cmolc dm<sup>-3</sup>; V= 60%; m=3% e M.O = 10,0g dm<sup>-3</sup>. Este solo foi seco ao ar durante 24h e em seguida realizou-se aplicação de 3,47kg ha<sup>-1</sup> de calcário calcídico, para elevar o pH a 6,5, permanecendo em repouso durante 60 dias.

Em seguida, realizou-se a adubação de plantio recomendada para a cultura do feijão-caupi em função da análise química, 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, usando o superfosfato simples (10 g vaso<sup>-1</sup>) e o cloreto de potássio (1 g vaso<sup>-1</sup>), como fontes de P e K, respectivamente. Realizaram-se duas adubações com 45kg ha<sup>-1</sup> de N, usando ureia (1,33 g vaso<sup>-1</sup>), sendo uma de cobertura, realizada após o desbaste e outra, no início do florescimento, segundo recomendação da Embrapa Meio Norte (2003).

Depois, procedeu-se o enchimento dos vasos, utilizando vasos plásticos com capacidade para 14L, com quatro furos para escoamento da água. Posteriormente, estes foram conduzidos à casa de vegetação no IFBA. Em cada vaso foram inseridas quatro sementes. Quando as plântulas estavam com dois pares de folhas definitivas, realizou-se o desbaste, deixando duas plantas por vaso, avaliando o crescimento das plantas aos 75 DAE (dias após a emergência).

A quantidade de água necessária para alcançar o nível de irrigação pré-estabelecido foi calculada pelo método de retenção de água no solo, segundo metodologia descrita por Casaroli & van Lier (2008). Durante 15 dias após emergência, a umidade do solo foi mantida ao nível de 100% de água para capacidade de vaso, para que as sementes germinassem de maneira uniforme. Posterior a este período, as irrigações foram realizadas considerando o nível de 20%. O controle da irrigação foi realizado a cada dois dias por meio do método de pesagem.

As características avaliadas foram: altura da planta (AP), número de nós do ramo principal (NNRP), diâmetro do caule (DC), massa fresca parte aérea (MFPA), massa fresca raiz (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca raiz (MSR), massa seca total (MST) e quantidade de água utilizada (QAU).

A altura da planta (AP), em cm, foi mensurada entre o colo da planta e o ápice do ramo principal; número de nós do ramo principal (NNRP), número de nós desde o nó de inserção das folhas unifolioladas (cotiledonares) até o último nó do ramo principal; diâmetro do caule (DC), em mm,

com auxílio do paquímetro digital. Estas características foram avaliadas do 22° ao 43° DAE, em intervalos de sete dias, compreendendo parte da fase vegetativa e início da reprodutiva.

A parte aérea foi separada das raízes em corte feito no ponto de inserção cotiledonar, procedendo-se a pesagem da massa fresca da parte aérea (MFPA) e das raízes (MFR). A parte aérea das plantas e as raízes foram acondicionadas em sacos de papel, deixados em estufa de circulação forçada a 65 °C até atingir peso constante ( $\pm 72$ h), para se proceder à avaliação da massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR). A quantidade de água utilizada (QAU) foi obtida através do somatório da quantidade de água, iniciando quando as parcelas atingiram 20% da capacidade de vaso, até os 75 DAE (dias após emergência).

Os dados foram submetidos ao teste Cochran e de Lilliefors, respectivamente para verificação da homogeneidade das variâncias e da normalidade dos dados. Posteriormente, realizaram-se as análises de variâncias e as médias comparadas pelo teste Tukey a 1 e 5% de probabilidade de erro, empregando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011) e Sigmaplot 12.5 para confecção das figuras.

As variâncias fenotípica (VF), genotípica (VG) e ambiental (VA), estimativas dos coeficientes de

variação fenotípica ( $CV_f$ ) genotípica ( $CV_g$ ) e ambiental ( $CV_a$ ), relação  $CV_g/CV_a$ , herdabilidade ( $h^2$ ) e ganho genético (GA) foram efetuadas utilizando-se as seguintes expressões:  $VF = QMC/n$ ;  $VG = (QMC-QMR)/n$ ;  $VA = QMR/n$ ;  $CV_f = [(\sqrt{VF/m})100]$ ;  $CV_g = [(\sqrt{VG/m})100]$ ;  $CV_a = [(\sqrt{VA/m})100]$ ;  $h^2 = (VG/VF) 100$ ;  $GA = kdph^2$  e  $GA (\% \text{ da média}) = (GA/m) 100$ , onde  $k=2,06$  é a constante para intensidade de seleção de 5%, QMC, QMR, n, dp e m, são respectivamente, o quadrado médio da cultivar, quadrado médio do resíduo, número de repetições, desvio padrão e a média dos fenótipos avaliados. Por não apresentarem distribuição normal, os dados relativos à massa fresca da parte aérea, foram transformados pela função  $y = \sqrt{x}$ , antes da análise de variância e da comparação de médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância evidenciaram que houve diferença entre as cultivares para altura da planta (AP) e massa fresca da raiz (MFR), demonstrando situação desejada, ou seja, maior variabilidade genética entre as cultivares em estudo, sendo determinadas as estimativas de parâmetros genéticos.

Tabela 1, Resumo da análise de variância e estimativas de parâmetros genéticos para variáveis referentes a características agrônomicas em cultivares de feijão-caupi avaliadas para 20% do nível de irrigação

VARIÁVEIS	QM								
	Cultivar	Bloco	Erro						
AP	25,74 <sup>**</sup>	2,90 <sup>ns</sup>	3,82						
NNRP	0,24 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>*</sup>	0,15						
DC	1,69 <sup>ns</sup>	2,27 <sup>ns</sup>	0,90						
MFPA	0,89 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,58						
MFR	103,94 <sup>**</sup>	7,09 <sup>ns</sup>	3,36						
MFT	26,10 <sup>ns</sup>	10,31 <sup>ns</sup>	11,65						
MSPA	0,07 <sup>ns</sup>	0,244 <sup>*</sup>	0,05						
MSR	0,06 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,03						
MST	0,26 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,14						
QAU	165225,50 <sup>ns</sup>	101251,17 <sup>ns</sup>	154149,67						
Parâmetros genéticos									
	VF	VG	VA	$CV_g$ (%)	$CV_a$ (%)	$CV_f$ (%)	$CV_g/CV_a$	$h^2$ (%)	GA (%)
AP	6,44	5,48	0,96	83,61	34,90	90,60	2,40	85,00	156,63
MFR	25,99	25,15	0,84	123,81	22,63	125,87	5,47	97,00	76,78

<sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup> e <sup>ns</sup>: significativo a 5 % e 1 % e não significativo pelo teste F, respectivamente.

A análise dos componentes de variância revelou que a variação fenotípica foi um pouco mais elevada do que a variação genotípica para todas as características analisadas, indicando que houve influência ambiental sobre as cultivares durante o período de crescimento em relação às variáveis avaliadas, apesar desta ser pequena (altura da planta) ou média (massa fresca da raiz) em função do caráter analisado.

Resultados distintos para VF e VA, e próximos para VG foram obtidos por Ribeiro et al. (2012), para comprimento do ramo principal,

respectivamente, 8,03; 2,92 e 5,11 ao avaliarem parâmetros genéticos de caracteres da arquitetura e maturação de grãos do feijão-caupi em Petrolina - PE.

As estimativas dos coeficientes de variação genotípica ( $CV_g$ ) foram altas para altura da planta e massa fresca da raiz, apresentando maior probabilidade de sucesso com a seleção e ganhos genéticos esperados, conforme pode ser observado para GA% (Tabela 1). Resultados discrepantes foram obtidos por Machado et al. (2008) e por Benvindo et al (2010), trabalhando com feijão-caupi,

os quais encontraram, respectivamente 19, 71 e 22, 16% para comprimento do ramo principal

As estimativas dos coeficientes de variação fenotípica ( $CV_f$ ) foram altas para altura da planta e massa fresca da raiz. Resultados diferentes foram obtidos por Gerrano et al. (2015), ao analisarem variabilidade genética em 25 genótipos de feijão caupi, onde obtiveram elevados valores para comprimento do ramo principal (69,70), porém inferiores ao obtido neste trabalho.

Resultados próximos entre  $CV_f$  e  $CV_g$ , indicam mínimo efeito ambiental, ou seja, os valores obtidos para estimativas de coeficientes de variação fenotípica são atribuídos mais aos fatores genéticos do que ambiental, como pode ser observado para  $CV_a$ , que foram baixas em todas as variáveis analisadas, indicando, elevada precisão ambiental. O valor do  $CV_a$  obtido por Machado et al. (2008) para comprimento do ramo principal (14,91%) foi inferior ao encontrado neste estudo e próximo ao obtido por Benvindo et al. (2010), ao analisarem genótipos de feijão-caupi de porte semi-prostrado em cultivo de sequeiro, obtendo 34,14.

A relação entre  $CV_g$  e  $CV_a$ , mostra maior a influência de variação genotípica, em relação à variação ambiental. Os valores obtidos desta relação foram superior a um, indicando que os efeitos genéticos destacaram em relação aos efeitos ambientais, sendo estas variáveis passíveis de seleção. Resultados discrepantes foram obtidos por Benvindo et al. (2010), pois obtiveram 0,65 para comprimento do ramo principal, indicando forte influência ambiental.

A herdabilidade foi alta para as variáveis analisadas, com valores de 85% (altura da planta) e

98,00 (massa fresca raiz), o que é importante para a seleção destas cultivares em função da provável predominância de ação gênica aditiva (MANGGOEL et al., 2012). Isto implica que as características podem ser melhoradas através de seleção de plantas individuais. Os altos valores de herdabilidade no sentido amplo ajudará a transferir as características genéticas dos pais para a prole (RASHWAN, 2010).

Machado et al. (2008) e Ribeiro et al. (2012) também obtiveram elevada herdabilidade, com valores de 87,49 e 63,62%, respectivamente, para comprimento do ramo principal. Estes resultados podem indicar ganho genético favorável nas próximas gerações.

O ganho genético foi alto para as variáveis analisadas. Resultados inferiores foram obtidos por Ajayi et al. (2014) para comprimento do ramo principal (29,44%). Elevada herdabilidade juntamente com alto ganho genético garante uma seleção eficiente para melhoria das características avaliada.

Em relação às variáveis analisadas, somente altura da planta e massa fresca da raiz diferiram entre as cultivares. Para altura da planta, BRS Marataoã diferiu da BRS Pujante e BRS Xique-xique, não havendo diferença entre as cultivares BRS Xique-xique, BRS Pujante e BRS Guariba, nem entre as cultivares BRS Guariba e BRS Marataoã. Para massa fresca da raiz, a cultivar BRS Xique-xique e BRS Guariba diferiram entre as cultivares, não houve diferença entre as cultivares BRS Pujante e BRS Marataoã (Tabela 2).

Tabela 2 - Média das variáveis referentes a características agrônômicas em cultivares de feijão-caupi para 20% do nível de irrigação

	BRS PJ	BRS GR	BRS MR	BRS XX	CV (%)	Dms
AP(cm)	17,06 a	16,00 ab	13,56 b	17,56 a	12,18	2,80
NNRP	5,12 a	5,00 a	5,25 a	5,41 a	7,46	0,55
DC(mm)	5,92 a	6,58 a	6,24 a	6,99 a	14,75	1,36
MFPA(g)	2,20 a	1,73 a	1,21 a	2,19 a	41,50	1,68
MFR(g)	3,29 c	9,33 b	3,10 c	13,63 a	24,98	4,05
MFT(g)	8,54 a	6,35 a	3,30 a	8,83 a	50,52	7,54
MSPA(g)	0,49 a	0,52 a	0,35 a	0,68 a	44,09	0,50
MSR(g)	0,13 a	0,30 a	0,05 a	0,30 a	96,10	0,41
MST(g)	0,62 a	0,83 a	0,40 a	0,98 a	53,75	0,84
QAU(L)	7921,75 a	7773,75 a	7441,00 a	7652,50 a	5,10	867,69

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas, não diferem pelo teste Tukey; CV (%) – Coeficiente de variação; Dms – Diferença mínima significativa; BRS PJ- BRS Pujante; BRS GR- BRS Guariba; BRS MR-Marataoã; BRS XX- BRS Xique-xique.

As cultivares BRS Xique-xique e a BRS Pujante obtiveram maiores alturas da planta, seguidas da BRS Guariba e BRS Marataoã. Resultados próximos ao obtido por Coelho et al. (2014), quando as cultivares BRS Acauã e BRS Pujante foram cultivadas a pleno sol.

A cultivar BRS Xique-xique, obteve maior peso de massa fresca da raiz, seguida da BRS Guariba,

enquanto que as cultivares BRS Pujante e BRS Marataoã apresentaram o menor peso de massa fresca da raiz.

Entre o 22° aos 43° DAE avaliou-se o comportamento das cultivares para altura da planta (AP) (Figura 1A.), número de nós do ramo principal (NNRP) (Figura 1B.) e diâmetro do caule (DC) (Figura 1C.).

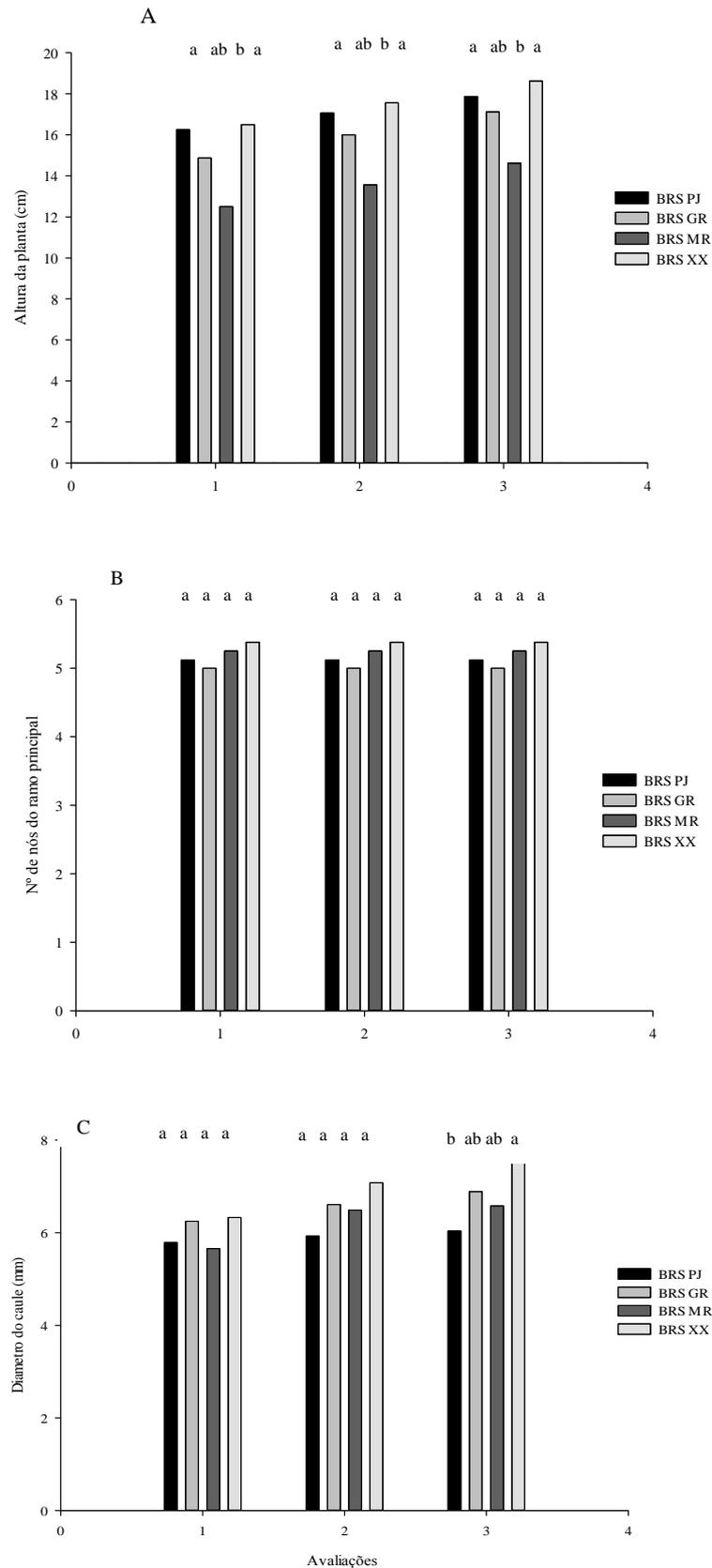


Figura 1. Comportamento das cultivares de feijão-caupi para 20% do nível de irrigação em relação às variáveis de crescimento para cultivares

Para altura da planta, nas três avaliações, não houve diferença entre as cultivares BRS Xique-xique, BRS Pujante e BRS Guariba e entre BRS Marataoã e BRS Guariba (Figura 1A.). Apesar da

quantidade reduzida de água, houve crescimento para as cultivares em relação à 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> avaliações, sendo que a BRS Xique-xique obteve maior altura para nas três avaliações (16,5; 17,56 e 18,62cm),

seguida da BRS Pujante (16,25; 17,06 e 17,87cm), BRS Guariba (14,87; 16,00 e 17,12cm) e a BRS Marataoã com menor altura (12,50; 13,56 e 14,62cm). Resultados próximos foram obtidos por Coelho et al. (2014), para as cultivares BRS Acauã e BRS Pujante.

O número de nós do ramo principal (Figura 1B) não diferiu entre as cultivares e os valores se mantiveram constantes, sendo 5,37 (BRS Xique-xique), 5,25 (BRS Marataoã), 5,12 (BRS Pujante) e 5,00 (BRS Guariba). Resultados superiores foram obtidos por Machado et al. (2008), com valores oscilando entre 7,5 a 11,6. Segundo os mesmos autores, a altura da planta e o número de nós no ramo principal são caracteres importantes para a arquitetura de planta das cultivares destinadas à colheita mecanizada.

Somente na 3ª avaliação, houve diferença entre BRS Xique-xique (7,56mm) e BRS Pujante (6,04mm) para diâmetro do caule (Figura 1C). Na 1ª avaliação os valores oscilaram entre 5,66mm (BRS Marataoã) e 6,32mm (BRS Xique-xique). Na 2ª avaliação, os valores variaram de 5,92mm (BRS Pujante) a 7,07mm (BRS Xique-xique). Esses dados confirmam que o feijão-caupi apresenta sensibilidade ao estresse hídrico, seja por escassez ou por excesso de água durante o ciclo da cultura.

Esta oscilação de valores pode ser devido à característica da planta, pois em todas as avaliações a cultivar BRS Xique-xique se destacou em relação às demais cultivares, sendo esta mais tolerante à deficiência hídrica.

## CONCLUSÕES

As estimativas de coeficiente de variação genotípica, coeficiente de variação fenotípica, coeficiente de variação ambiental, herdabilidade e ganho genético foram elevadas para altura da planta e massa fresca da raiz;

As variáveis altura da planta e massa fresca da raiz demonstraram serem passíveis de fácil seleção para variabilidade genética;

As cultivar BRS Xique-xique obtiveram resultados superiores em relação às demais cultivares para as variáveis analisadas

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo ao Pesquisador do Estado da Bahia (Fapesb), pela concessão de bolsa da primeira autora. À UESB e PPGAgro (Programa de Pós-graduação em Agronomia), por permitir o ingresso na instituição e no programa de pós-graduação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADASSI, J. Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Agronomic traits needed in tropical zone. **International**

**Journal of Pure & Applied Bioscience**, v.3, n.4, p.158-165, 2015.

AJAYI, A. T.; ADEKOLA, M. O.; TAIWO, B. H.; AZUH, V. O. Character expression and differences in yield potential of ten genotypes of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). **International Journal of Plant Research**, v.4, n.3, p.63-71, 2014.

BASTOS, E. A., NASCIMENTO, S. P., SILVA, E. M., FREIRE FILHO, F. R., GOMIDE, R. L. Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.42, n.1, p.100-107, 2011.

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 de porte semi-prostrado em cultivo de sequeiro e irrigado. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.1, n.1, p.23-28, 2010.

CASAROLI, D., van LIER, Q. J. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.1, p.59-66, 2008.

COELHO, D. S.; MARQUES, M. A. D.; SILVA, J. A. B.; GARRIDO, M. S.; CARVALHO, P. G. S. Respostas fisiológicas em variedades de feijão caupi submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.12, n.1, p.14-19, 2014.

DUARTE, E. A. A.; MELLO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C. Características agrônômicas e índice de colheita de diferentes genótipos de amendoim submetidos a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.8, p.843-847, 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2003. **Cultivo de feijão-caupi**. Meio Norte (Sistema de Produção, 2).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GERRANO, A. S., ADEBOLA, P. O., RENSBERG, W. S. J., LAURIE, S. M. Genetic variability in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) genotypes. **South African Journal of Plant and Soil**, v.32, n.3, p.165-174, 2015.

MACHADO, C. F.; TEIXEIRA, N. J. P.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; GOMES, R. L. F. Identificação de genótipos de feijão-caupi quanto à precocidade, arquitetura da planta e produtividade de grãos. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.39, n.1, p.114-123, 2008.

MANGGOEL, W.; UGURU, M. I.; NDAM, O. N.; DASBAK, M. A. Genetic variability, correlation and path coefficient analysis of some yield components of ten cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) accessions. **Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v.4, n.5, p.80-86, 2012.

- NASCIMENTO, S. P., BASTOS, E. A., ARAÚJO, E. C. E., FREIRE FILHO, F. R., SILVA, E. M. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.8, p.853-860, 2011.
- RASHWAN, A. M. A. Estimation of some genetics parameters using six populations of two cowpea hybrids. **Asian Journal Crop Science**, v.2, n.4, p.261-266, 2010.
- RIBEIRO, H. L. C.; SANTOS, C. A. F; COSTA, D. C. C. Parâmetros genéticos de caracteres da arquitetura e maturação de grãos do feijão caupi. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.S4598-S4605, 2012.
- ROCHA, M. M.; CARVALHO, K. J. M.; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; SOUSA, I. S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.3, p.270-275, 2009.
- ROCHA, M. M., CAMPELO, J. E. G., FREIRE FILHO, F. R., RIBEIRO, V. Q., LOPES, A.C. A. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi de tegumento branco. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.8, n.1, p.135-141, 2003.
- SILVA, H. A. P.; GALISA, P. S.; OLIVEIRA, R. S. S.; VIDAL, M. S.; ARAÚJO, J. L. S. Expressão gênica induzida por estresses abióticos em nódulos de feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.6, p.797-807, 2012.