

Parâmetros genéticos na seleção de feijão-caupi sob estresse hídrico em cultivo protegido

Ariana Lisboa Meira^{1*}, Thays Moura Santana², Yuri Ferreira Amorim¹, Joseane Oliveira da Silva³, Divino Levi Miguel¹, Cláudio Lúcio Fernandes Amaral⁴

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA.

² Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Jorge Amado Km 16, Salobrinho, CEP 45662-900, Ilhéus, BA. ³ Instituto Federal da Bahia, Vitória da Conquista, BA.

⁴ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, BA.

*Autor correspondente: arilismeira@yahoo.com.br

Artigo enviado em 09/10/2019, aceito em 01/05/2020

Resumo: O feijão-caupi é uma Fabacea amplamente distribuída no mundo e no Nordeste Brasileiro destaca-se como uma cultura de importância socioeconômica. Foi objetivo deste trabalho, estimar parâmetros genéticos na seleção de cultivares de feijão-caupi, sob estresse hídrico, no município de Vitória da Conquista, BA, em cultivo protegido. Os tratamentos consistiram em quatro cultivares (BRS Pujante, BRS Guariba, BRS Marataoã, BRS Xique-xique), submetidas a quatro níveis de irrigação (40, 60, 80 e 100%, que foi a testemunha) com delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Somente comprimento de vagem e número de grãos por vagem diferiram entre as cultivares, sendo estimadas para estas, coeficientes de variação genotípica, fenotípica, ambiental, relação entre coeficientes de variação genotípica e ambiental, herdabilidade e ganho genético. As estimativas de variação ambiental foram baixas, variação fenotípica foi média, herdabilidade e ganho genético, foram altas. Em relação às correlações, o comprimento de vagens apresentou correlações fenotípicas e genotípicas positivas fracas e significativas entre número de grãos por vagem, massa de cem grãos e produtividade; observaram-se correlações significativas positivas entre produtividade e número de grãos por vagem e negativas entre produtividade e número de vagem e entre número de grãos por vagem e número de vagem. As correlações ambientais foram moderadas e fracas, independentes se positivas ou negativas. A massa de cem grãos foi a variável menos afetada, em relação aos níveis de irrigação. A cultivar mais tolerante ao estresse hídrico foi a BRS Marataoã e BRS Xique-xique, a menos tolerante.

Palavras-chave: déficit hídrico, produção de grãos, *Vigna unguiculata*

Genetic parameters in the selection of cowpea under water stress in protected cultivation

Abstract: Cowpea is one Fabaceae widely distributed in the world and in the Brazilian Northeast it stands out as a culture of socioeconomic importance. The objective this work was estimate genetic parameters for production ranging from cowpea cultivars, under water stress, in Vitória da Conquista, Bahia, in a controlled environment. Treatments consisted of four cultivars (BRS Pujante, BRS Guariba, BRS Marataoã, BRS Xique-xique) submitted to four irrigation levels (40, 60, 80 and 100%, which was the witness) with a randomized blocks, with four replications. Only pod length and number

of seeds per pod differed among cultivars, being analyzed estimates of genotypic variation coefficients, phenotypic environmental, relationship between genotypic variation coefficients and environmental, heritability (h^2) and genetic gain (GA%). Estimates of environmental variation were low, phenotypic variation was average and heritability and genetic gain were high. Regarding correlations, pod length showed significant and positive weak phenotypic and genotypic correlations between number of seeds per pod, mass of one hundred grains and yield; observed significant and positive correlation between yield and number of grains per pod and negative correlations between yield and pod number and between number of seeds per pod and pod number; environmental correlations were moderate and weak, independent of positive or negative. The mass of one hundred was less affected variable, regarding to irrigation levels. The cultivar most tolerant to water stress was BRS Marataoã and BRS Xique-xique, the least tolerant.

Keywords: water deficit, grain production, *Vigna unguiculata*

Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) é uma leguminosa anual, de ciclo curto, herbácea, eudicotiledônea, porte (ereto, semiereto, semirramador, prostrado ou semiprostrado), hábito de crescimento (determinado ou indeterminado), que fornece grãos de elevado valor nutritivo; contém todos os aminoácidos essenciais e é excelente fonte de proteína, carboidratos, vitaminas e minerais. Seu cultivo é destinado à produção de grãos (secos ou verdes), na forma de conserva ou desidratado, para o consumo humano. No Brasil, a produção foi 637,700Mg, o Nordeste representou 64,2% desta produção, sendo que a produção na Bahia foi de 95.800Mg referente à safra de 2018/2019 (Conab, 2019). Essa baixa produção é devido ao seu cultivo ser realizado em região semiárida, onde outras culturas não se desenvolvem satisfatoriamente.

A produção de plantas cultivadas nas regiões áridas e semiáridas do mundo é mais prejudicada por um dos fatores abióticos, o estresse hídrico. No Nordeste do país, a deficiência hídrica é um dos entraves que reduzem a produção de *V. unguiculata*, ocorrendo reduções significativas no potencial

hídrico foliar, condutância estomática, transpiração foliar. Em consequência, há alterações nas propriedades das membranas, aumento da respiração, inibição da fotossíntese, diminuição da produção de matéria seca, surgimento de senescência prematura e redução da produção (Duarte et al., 2013).

Devido à importância da cultura para o Nordeste Brasileiro é indispensável à realização de estudos que visem analisar a produção de cultivares desenvolvidas sob limitações hídricas, associadas às estimativas de parâmetros genéticos e correlações visando uma maior produtividade com menor quantidade de água. Neste contexto foi objetivo deste trabalho estimar parâmetros genéticos para variáveis de produção entre cultivares de feijão-caupi, sob estresse hídrico, em cultivo protegido, no município de Vitória da Conquista – BA.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em cultivo protegido, no período de março a junho de 2015, no Instituto Federal da Bahia (IFBA), *campus* de Vitória da Conquista – BA, situado a 923 m de altitude, com as coordenadas geográficas de 14°87'11" de latitude Sul

e 40°84'44" de longitude Oeste. O clima regional é classificado como tropical de altitude (Cwb), de acordo com Köppen. Durante a condução do experimento, dentro da casa de vegetação, a temperatura oscilou entre 7,5°C (mínima) e 48°C (máxima) e a condutividade da água foi 0,12 μ S.

Os tratamentos consistiram de quatro cultivares: BRS Guariba, porte semiereto; BRS Marataoã e BRS Xique-xique, porte semiprostrado; e BRS Pujante, porte semirramador. Estas foram submetidas a quatro níveis de

irrigação (40, 60, 80 e 100%), delineamento experimental em blocos casualizados, esquema fatorial 4 x 4, com 4 repetições, totalizando 16 tratamentos e 64 parcelas.

O substrato utilizado foi o solo proveniente da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) *campus* Vitória da Conquista, classificado como Latossolo Amarelo distrófico, coletado na profundidade de 0,0 – 0,2 m, cujas características físico-químicas estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Análise físico-química do solo coletado na UESB, realizada antes da instalação do experimento.

Análise física do solo									
%	Tfsa g kg ⁻¹					kg dm ⁻³			
Tf	Ag	Af	S	Ar	Ct	Ds	Dp	Pt	
100	350	200	50	400	Argilo-arenosa	1,09	2,47	560,36	
Análise química do solo									
pH (H ₂ O)	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³ de solo				(%)		g dm ⁻³
	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	V	m	MO
5,5	2	0,20	2,1	1,0	0,1	2,1	60	3	10

Tf- Terra fina; Ag- Areia grossa; Af- Areia fina; S- Silte; Ar- Argila; Ct - Classe textural; Ds- Densidade do solo; Dp- Densidade da partícula; Pt- Porosidade total; V- Saturação de base; m- Saturação de alumínio; MO - Matéria orgânica. Método de determinação do P, K⁺ foi Extrator Mehlich⁻¹, para Ca²⁺, Mg⁺ e Al³⁺ o Extrator KCl 1mol L⁻¹ e H⁺ o Extrator Solução SMP, pH 7,5 a 7,6.

Esse solo foi seco ao ar durante 24 h; em seguida, realizou-se aplicação de 3,47 kg ha⁻¹ de calcário calcítico, para elevar o pH a 6,5. Houve repouso durante 60 dias, para que o calcário incorporasse ao solo.

Em seguida, realizou-se a adubação de plantio recomendada para a cultura do feijão-caupi, considerando-se a análise química: 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, usando o superfosfato simples (10 g vaso⁻¹) e o cloreto de potássio (1 g vaso⁻¹), como fontes de P e K, respectivamente. Realizaram-se duas

adubações com 45 kg ha⁻¹ de N, usando ureia (1,33 g vaso⁻¹): uma de cobertura, aplicada após o desbaste e outra, no início do florescimento. Depois, procedeu-se o enchimento dos vasos, utilizando vasos plásticos com capacidade para 14 L, com quatro furos para escoamento da água, estas etapas foram realizadas na UESB, 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.

A quantidade de água necessária para alcançar os níveis de irrigação pré-estabelecidos foi calculada pelo método de retenção de água no solo, segundo metodologia descrita por Casaroli e van Lier (2008). Durante 15 DAE (dias após a emergência), a umidade do solo foi mantida ao nível de 100% de água da capacidade de campo em todos os tratamentos, para que as sementes germinassem de maneira uniforme. Posterior a esse período, as irrigações foram realizadas considerando-se os níveis de 40, 60, 80 e 100% de água, com peso de 15,4; 16,0; 16,8; 17,7 kg vaso⁻¹, respectivamente, mantendo o vaso próximo à capacidade de campo específico para cada tratamento. O controle da irrigação obtido para cada tratamento foi realizado a cada dois dias por meio do método de pesagem e da reposição da quantidade de água consumida, mantendo-se cada tratamento com o nível de água previamente estabelecido.

Os tratamentos culturais foram efetuados conforme a necessidade da cultura. Aos 25 DAE foi realizado o controle fitossanitário de *Oidium* sp, com a aplicação de 3 mL de fungicida sistêmico para 4 L de água, produto com princípio ativo tetraconazol e de *Aphis craccivora*, com a aplicação de 3 mL de inseticida de contato e ingestão para 4 L de água, produto com princípio ativo abamectina. O controle de plantas daninhas foi realizado por meio da capina manual nos mesmos dias da irrigação.

Avaliou-se comprimento de vagem (CVag), em cm, por meio da média de cinco vagens tiradas ao acaso de cada parcela, com auxílio de régua graduada; número de vagens por planta (NVP); número de grãos por vagem (NGV), obtida pela média do número de grãos de cinco vagens tiradas ao acaso;

massa de cem grãos (MCG), em g, calculada com base nas cinco vagens colhidas ao acaso a partir da seguinte fórmula: $MCG = \left(\frac{MG5V}{NG5V}\right) 100$, onde: MG5V é a massa dos grãos de cinco vagens e NG5V, o número de grãos das 5 vagens; produtividade (PROD), estimada em função da produção total de cada tratamento, transformada de g parcela⁻¹ para kg ha⁻¹ e corrigida para 13% de umidade.

O índice de redução (IR), que fornece o valor em porcentagem da redução provocada pelo estresse hídrico foi obtido para todas as variáveis analisadas, utilizando a fórmula: $IR(\%) = 100\left[\frac{(VSE-VCE)}{VSE}\right]$, sendo VSE, variável no tratamento sem estresse hídrico e VCE, variável no tratamento com estresse hídrico.

Os dados foram submetidos ao teste Cochran e de Lilliefors, respectivamente, para verificação da homogeneidade das variâncias e da normalidade dos dados. Posteriormente, foram realizadas as análises de variâncias; os tratamentos com variáveis quantitativas (níveis de irrigação) foram submetidos à análise de regressão e os tratamentos com variáveis qualitativas (as cultivares), ao teste de Tukey a 1% e 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011), Sigmaplot 12.5, para confecção dos gráficos e para correlações, o programa GENES (Cruz, 2013). Para a análise de regressão foi utilizado o modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + b_j + t_i + e_{ij}$, sendo, Y_{ij} observação da i -ésima cultivar no j -ésimo bloco; μ : efeito fixo da média geral; b_j : efeito fixo do j -ésimo bloco (repetição); t_i : efeito fixo da i -ésima cultivar (tratamentos); e e_{ij} : erro experimental médio.

As estimativas de variância fenotípica (VF), genotípica (VG) e ambiental (VA), coeficiente de variação fenotípica (CV_f), genotípica (CV_g) e

ambiental (CV_a), relação CV_g/CV_a (b), herdabilidade (h^2) e ganho genético (GA) foram efetuadas utilizando-se as seguintes expressões: $VF = \frac{QMC}{n}$; $VG = \frac{QMC-QMR}{n}$; $VA = \frac{QMR}{n}$; $CV_f = \left[\left(\frac{\sqrt{VF}}{\bar{x}} \right) 100 \right]$; $CV_g = \left[\left(\frac{\sqrt{VG}}{\bar{x}} \right) 100 \right]$; $CV_a = \left[\left(\frac{\sqrt{VA}}{\bar{x}} \right) 100 \right]$; $h^2 = \left(\frac{VG}{VF} \right) 100$; $GA = kdp h^2$; GA (% da média) = $\left(\frac{GA}{\bar{x}} \right) 100$, onde $k= 2,06$ é a constante para intensidade de seleção de 5%; QMC, QMR, n , \bar{x} e dp são, respectivamente, quadrado médio da cultivar, quadrado médio do resíduo, número de repetições, média dos fenótipos avaliados e desvio padrão.

Os dados relativos ao comprimento de vagem (CVag), por não apresentarem distribuição normal foram transformados pela função $y = x/100 + \sqrt{x} + \arcsen(x)$, antes da análise de variância e da comparação de médias. As médias foram apresentadas na forma original.

Resultados e discussão

O comprimento de vagem e o número de grãos por vagem diferiram-se entre as cultivares, indícios de comportamentos diferenciados para as cultivares estudadas. Excetuando-se a massa de cem grãos, as demais variáveis diferiram entre os níveis de irrigação, evidenciando que a quantidade de água interfere na produção de grãos. Houve interação entre as cultivares e os níveis de irrigação para o número de vagem por planta e a massa de cem grãos; isso demonstra que a quantidade de água influencia na quantidade de vagem por planta e massa dos grãos. As variáveis que apresentaram diferença demonstraram situação desejada, ou seja, maior variabilidade genética entre as cultivares em estudo, sendo determinadas as estimativas de parâmetros genéticos (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância e estimativas de parâmetros genéticos para variáveis de produção em cultivares de feijão-caupi em níveis de irrigação.

	Cult	NI	Cult x NI	Bloco	Erro	CV (%)			
	Quadrado médio								
CVag	74,127 **	20,037**	1,76814 ^{ns}	3,976	1,422	8,46			
NVP	15,974 ^{ns}	376,932**	19,59896 *	20,433	8,899	29,69			
NGV	547,307**	5.972,307**	122,36285 ^{ns}	188,557	73,357	17,15			
MCG	23,628 ^{ns}	28,535 ^{ns}	26,42020*	20,117	10,950	12,22			
PROD	25.789,021 ^{ns}	408.251,544**	7.197,020 ^{ns}	31.283,582	10,950	25,52			
	Estimativas de parâmetros genéticos								
	VF	VG	VA	CV _f	CV _g	CV _a	<i>b</i>	h ²	GA (%)
CVag	18,53	18,18	0,36	18,53	18,18	0,35	51,13	98,00	26,29
NGV	10,33	9,50	0,84	10,33	9,50	0,84	11,34	92,00	53,64

Cult – Cultivar, NI – Níveis de irrigação, CV (%) – Coeficiente de variação, CVag – Comprimento de vagem, NVP – Número de vagem por planta, NGV – Número de grãos por vagem, MCG- Massa de cem grãos, PROD – Produtividade, VF – Variância fenotípica, VG – Variância genotípica, VA – Variância ambiental, CV_f - Coeficiente de variação fenotípica, CV_g- Coeficiente de variação genotípica, CV_a- Coeficiente de variação ambiental, *b*- relação CV_g/CV_a , h^2 – herdabilidade, GA% - Ganho genético. *, ** e ^{ns}: significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente.

A variância fenotípica foi um pouco mais elevada que a variância genotípica para as características

analisadas, o que indica a possível influência ambiental sobre as cultivares durante o período de crescimento, em

relação às variáveis avaliadas. A variância genotípica foi superior à variância ambiental; isso implica dizer que a variância fenotípica deve-se mais ao fator genético que ao componente ambiental; nesse sentido, recomenda-se realizar o melhoramento genético.

As estimativas dos coeficientes de variação genotípica foram baixas para número de grãos por vagem; isso evidencia possíveis dificuldades na seleção e média para comprimento de vagem, apresentando maior probabilidade de sucesso com a seleção e ganhos genéticos esperados, conforme pode ser observado para ganho genético (Tabela 2). Resultados discrepantes foram obtidos por Silva e Neves (2011) e Silva et al. (2014), trabalhando com feijão-caupi, encontraram, respectivamente, coeficientes de variação genotípica, de 4,68% e 6,19% para comprimento de vagem e 5,12% e 20,3%, para número de grãos por vagem. Esta discrepância ocorreu devido as diferentes: condições edafoclimáticas, cultivares utilizadas e metodologias empregadas durante a condução dos experimentos.

As estimativas dos coeficientes de variação fenotípica foi média para as variáveis analisadas, sendo possível realizar a seleção. Resultados superiores foram obtidos por Gerrano et al. (2015), ao analisarem a variabilidade genética em 25 genótipos de feijão-caupi; os autores obtiveram elevados valores para número de grãos por vagem (27,01). Esta diferença entre os resultados obtidos pode esta relacionada com a maior adaptação dos genótipos utilizados por estes autores em relação às diferentes cultivares analisadas neste trabalho.

A aproximação dos valores de coeficiente de variação fenotípica e coeficiente de variação genotípica indica mínimo efeito ambiental, ou seja, os valores obtidos para estimativas de

coeficiente de variação fenotípica são atribuídos mais aos fatores genéticos do que ao ambiental. Isso também pode ser observado nos coeficiente de variação ambiental, que foram inferiores a todas as variáveis analisadas, indicação de elevada precisão experimental. Os valores do coeficiente de variação ambiental obtidos por Silva et al. (2014), para comprimento de vagem (5,74%) e número de grãos por vagem (13,02%), foram superiores aos encontrados neste estudo, implicando que os fatores ambientais interferiram nas variáveis analisadas.

O valor de b mostra maior influência de variação genotípica em relação à variação ambiental. Os valores obtidos dessa relação foram superiores a um; vê-se, nesse caso, que os efeitos genéticos destacaram-se em relação aos efeitos ambientais; as variáveis comprimento de vagem e número de grãos por vagem demonstraram serem passíveis de seleção. Resultados inferiores foram obtidos por Correia et al. (2012), que constataram 0,96 e 0,90, respectivamente, para comprimento de vagem e número de grãos por vagem, ao analisarem estimativas de parâmetros genéticos em 19 genótipos de feijão-caupi. Essas diferenças para as variáveis analisadas possivelmente ocorreram devido às diferentes cultivares utilizadas, ao local e à condução do experimento.

A herdabilidade e ganho genético foram altos para as variáveis analisadas, resultados já esperados, pois o feijão-caupi é uma planta que realiza autopolinização o que é importante para a seleção destas cultivares em função da provável predominância de ação gênica aditiva (Manggoel et al., 2012). Pois as variáveis são fortemente influenciadas pelo componente genético e fracamente pelo fator ambiental, por isso recomenda-se utilizar seleção massal. Nwofia et al. (2012), estudando

variabilidade e interrelação entre populações de feijão-caupi também obtiveram elevada herdabilidade (0,93 e 0,87) e ganho genético (48,65% e 47,29%), respectivamente para comprimento de vagem e número de grão por vagem, este resultados foram inferiores aos obtidos neste trabalho, para ganho genético, possivelmente por

estas cultivares estarem adaptadas a região.

As estimativas de correlação genotípica, no geral foram maiores em relação às correlações fenotípica e ambiental. As estimativas correlações fenotípica e correlação genotípica apresentaram boa concordância de sinais, entre as variáveis analisadas (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativas das correlações fenotípicas (r_f), genotípicas (r_g) e ambiental (r_a) para variáveis de produção em cultivares de feijão-caupi avaliadas em níveis de irrigação.

Variáveis		NGV	MCG	PROD	NVP
CVag	r_f	0,28**	0,26**	0,24**	-0,77**
	r_g	0,29**	0,36**	0,27**	-1,16**
	r_a	0,24 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,22 ^{ns}	-0,71 ^{ns}
NGV	r_f		0,81**	0,49**	-0,71**
	r_g		1,20**	0,52*	-1,15**
	r_a		-0,05 ^{ns}	0,38*	0,66 ^{ns}
MCG	r_f			-0,11**	-0,36 ^{ns}
	r_g			-0,12**	-0,37**
	r_a			-0,09 ^{ns}	-0,37*
PROD	r_f				-0,74**
	r_g				-1,76**
	r_a				0,66**

CVag – Comprimento de vagem, NGV – Número de grãos por vagem, MCG- Massa de cem grãos, PROD – Produtividade, NVP – Número de vagem por planta, *, ** e ^{ns}: significativo a 5% e 1% e não significativo, respectivamente.

Os valores das correlações variam de -1 a 1, classificadas como fraca (abaixo de 0,4), moderada (0,4 a 0,7), forte (0,7 a 1) e perfeita (1), independente do sinal (Cruz et al., 2012). Indicando que a contribuição dos fatores genéticos foi superior em relação aos fatores ambientais para a expressão fenotípica sob as variáveis estudadas.

O comprimento de vagem apresentou correlações fenotípica e correlações genotípica positivas fracas e significativas entre número de grãos por vagem, massa de cem grãos e produtividade. Resultado esperado, pois com o aumento do comprimento de vagem, aumenta o número de grãos por vagem, massa de cem grãos e

consequentemente a produtividade. A correlação genotípica entre comprimento de vagem e número de vagem por planta foi negativa perfeita e significativa, a correlação fenotípica foi negativa moderada, o que pode ser explicado pelo maior comprimento de vagem com redução do número de vagem por planta. Silva et al. (2014) ao analisarem correlações entre variáveis em feijão-caupi obtiveram respectivamente, correlação fenotípica e genotípica positiva entre comprimento de vagem e número de grãos por vagem e correlação fenotípica e genotípica negativa entre comprimento de vagem e massa de cem grãos.

O número de grãos por vagem apresentou correlação fenotípica e genotípica positiva moderada e significativa com produtividade, pois aumentando o número de grãos por vagem consequentemente a produtividade aumentará. Em relação à massa de cem grãos, a correlação fenotípica foi positiva forte e correlação genotípica, positiva perfeita. A correlação tanto correlação fenotípica quanto correlação genotípica entre número de grãos por planta foi negativa, sendo respectivamente forte e perfeita. Resultados semelhantes para correlação fenotípica e genotípica, entre número de grãos por vagem e massa de cem grãos foram obtidos por Regis et al. (2014) e Correa et al. (2015). Porém discrepantes aos resultados obtidos por Silva et al. (2014), que apresentaram correlação negativa para número de grãos por vagem com massa de cem grãos e produtividade.

A massa de cem grãos obteve correlação fenotípica e genotípica negativa fraca e significativa com produtividade e correlação genotípica, negativa fraca e significativa com número de vagem por planta. Indicando que com o aumento da massa de grãos, diminuirá o número de vagem por planta e trará redução na produtividade. No entanto Correa et al. (2012), ao estudarem estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos em feijão-caupi, obtiveram correlação fenotípica e correlação genotípica positivas para estas mesmas variáveis.

A correlação tanto fenotípica quanto genotípica foi negativa entre produtividade e número de vagem por planta, sendo respectivamente forte e perfeita, indicando que reduzindo o número de vagem por planta, pode levar a redução da produtividade de grãos. Silva et al. (2014), ao analisarem estimativas de parâmetros genéticos em

feijão-caupi, obteve correlação fenotípica e genotípica positiva para estes parâmetros. Somente o número de vagem por planta apresentou correlação fenotípica e genotípica negativa para a maioria das variáveis em estudo, o que possibilita inferir que esta variável é a que mais influenciou negativamente, devendo ser melhorada no programa de melhoramento.

Observou-se correlação fenotípica e genotípica significativa e positiva entre produtividade e número de grãos por vagem e correlações negativas entre produtividade e número de vagem por planta e entre número de grãos por vagem e número de vagem por planta (Tabela 3). Silva et al. (2014) também encontraram correlação significativa negativa entre número de vagem por planta e número de grãos por vagem. Essas correlações indicam que o número de grãos por vagem é a variável que mais influencia na produtividade, pois o baixo desempenho para o número de vagem por planta é compensado pelo aumento do número de grãos por vagem.

A correlação ambiental positiva moderada e significativa foi obtida para as variáveis, produtividade com número de vagem por planta e positiva fraca entre produtividade e número de grãos por vagem. E negativa fraca para massa de cem grãos e número de vagem por planta. Santos et al. (2012) e Correia et al. (2015), analisando as correlações entre as variáveis de produção, obtiveram correlação positiva entre comprimento de vagem verdes e número de grãos por vagem, diferindo dos resultados obtidos neste trabalho. Regis et al. (2014) obtiveram correlação ambiental positiva entre número de grãos por vagem e produtividade corroborando com os resultados obtidos neste trabalho, enquanto Santos et al. (2012) encontrou correlação negativa para as mesmas variáveis.

As cultivares BRS Guariba e BRS Xique-xique não diferiram em relação ao comprimento de vagem. Para número de grãos por vagem, apenas BRS Guariba

diferiu-se entre as cultivares. Quanto às demais variáveis, não houve diferença entre as cultivares (Tabela 4).

Tabela 4. Variáveis de produção de grãos em cultivares de feijão-caupi.

	BRS Pujante	BRS Guariba	BRS Marataoã	BRS Xique-xique
CVag (cm) **	23,77a	18,38b	16,77c	19,20b
NVP ^{ns}	8,75a	11,19a	10,12a	10,12a
NGV**	11,59a	8,47b	11,85a	11,57a
MCG (g) ^{ns}	27,17a	25,94a	26,46a	28,74a
PROD (kg ha ⁻¹) ^{ns}	361,50a	287,10a	365,79a	302,87a

CVag - Comprimento de vagem, NVP - Número de vagem por planta, NGV - Número de grãos por vagem, MCG - Massa de cem grãos, PROD - Produtividade. ^{ns} Não houve diferença significativa; **Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas, não se diferem pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

A cultivar BRS Pujante obteve maior comprimento de vagem, diferindo-se das demais. O mesmo ocorreu para BRS Marataoã, na qual se constatou menor comprimento de vagem. Os valores oscilaram entre 16,77 e 23,77 cm, resultados semelhantes encontrados por Gonçalves et al. (2017). Esses autores constataram maior comprimento de vagem para a cultivar BRS Acauã (20,62 cm) e menor para BRS Canapu (18,86 cm). Essa variação pode ser explicada pelas diferentes condições em que os experimentos foram executados, incluindo quantidade de água utilizada, diferentes cultivares, tipo de solo e clima.

Silva e Neves (2011) obtiveram valores médios, respectivamente, 20,0 e 19,7 cm, em cultivo irrigado e em sequeiro. Bertini et al. (2009)

constataram valores com oscilação entre 11,9 e 46,5 cm, sendo que, essa última média foi observada para subespécie *unguiculata*, cultigrupo *Sesquipedalis*, conhecida com “feijão-de-metro” e utilizada na produção de vagens.

Em relação ao número de grãos por vagem, as cultivares BRS Pujante, BRS Marataoã e BRS Xique-xique não diferiram entre si, com variação de resultados entre 11,57 e 11,85; enquanto o menor número de grãos por vagem foi constatado para BRS Guariba, que influenciou na massa de cem grãos e produtividade (Tabela 3).

Houve diferença entre os níveis de irrigação para número de vagem por planta, número de grãos por vagem (Tabela 2 e Figura 1A), produtividade e comprimento de vagem (Tabela 2 e Figura 1B).

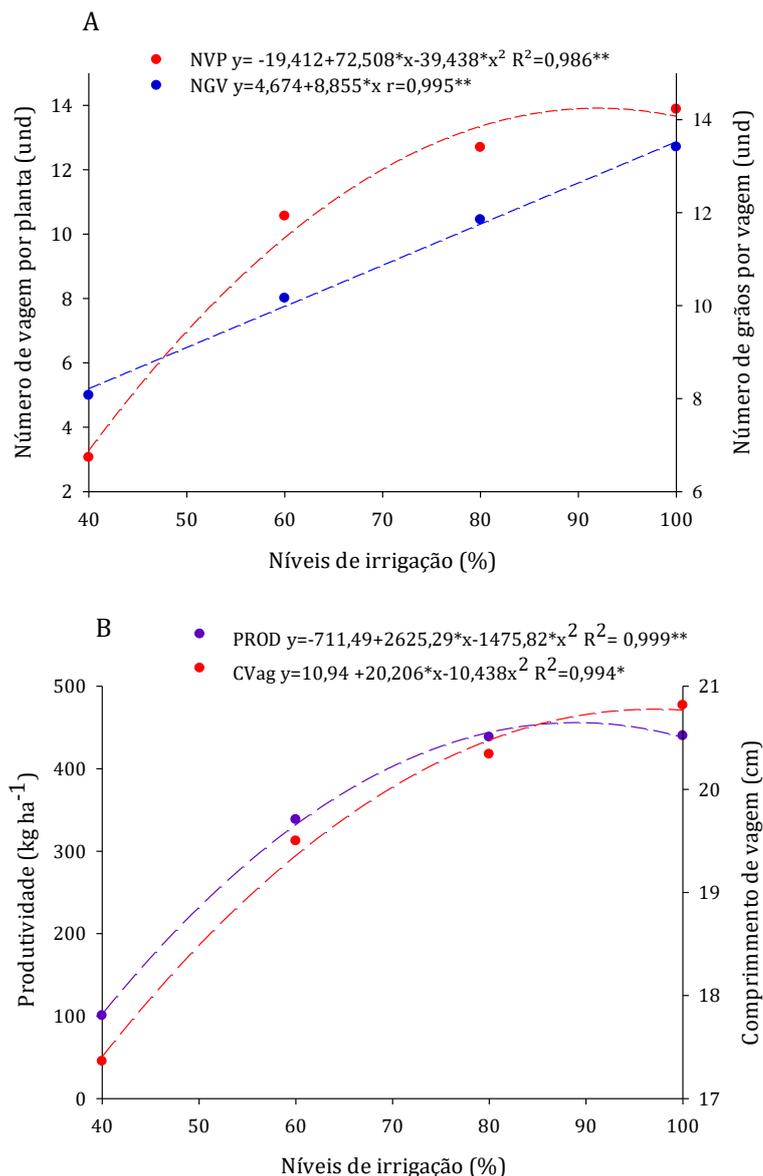


Figura 1. Variáveis de produção de grãos entre os diferentes níveis de irrigação para cultivares de feijão-caupi. Vitória da Conquista-BA, 2015. A: Número de vagem por planta (NVP) e Número de grãos por vagem (NGV); B: Produtividade (PROD) e Comprimento de vagem (CVag).

Para as variáveis número de vagem por planta, número de grãos por vagem (Figura 1A), produtividade e comprimento de vagem (Figura 1B), quando as plantas foram submetidas a 40% do nível de irrigação apresentam-se resultados inferiores aos comparados com os demais níveis. Apesar de essa cultura ser tolerante à escassez hídrica, o nível de irrigação de 40% foi inferior ao mínimo de água de que a planta necessita para obter resultados satisfatórios em relação às variáveis de produção.

Tabela 5. Índice de redução (IR), em cultivares de feijão-caupi para diferentes níveis de irrigação em relação às variáveis analisadas.

	CVag (cm)						
	100%	80%	IR (%)	60%	IR (%)	40%	IR (%)
BRS PJ	26,30 a	24,56 a	6,62	23,36 a	11,18	21,00 a	20,15
BRS GR	19,19 ab	18,97 b	1,15	18,56 b	3,28	16,82 ab	12,35
BRS MR	17,28 b	17,56 b	-1,62	15,92 c	7,87	15,88 ab	8,10
BRS XX	20,65 ab	20,26 b	1,89	20,14 b	2,47	15,74 b	23,78
Média	20,81	20,34	2,26	19,50	6,30	17,36	16,58
CV (%)	17,72	7,33		5,61		14,25	
	NGV (und)						
	100%	80%	IR (%)	60%	IR (%)	40%	IR (%)
BRS PJ	14,35 a	12,15ab	15,33	10,98 a	23,48	8,90 ab	37,98
BRS GR	10,50 a	9,75 b	7,14	7,75 a	26,19	5,88 b	44,00
BRS MR	13,60 a	12,30 ab	9,56	10,85 a	20,22	10,67 a	21,54
BRS XX	15,20 a	13,20 a	13,16	11,05 a	27,30	6,83 ab	55,07
Média	13,41	11,85	11,63	10,16	24,24	8,07	39,82
CV (%)	21,15	11,24		15,86		27,84	
	NVP (und)						
	100%	80%	IR (%)	60%	IR (%)	40%	IR (%)
BRS PJ	12,50 a	10,75 a	14,00	9,00 a	28,00	2,75 ab	78,00
BRS GR	13,25 a	13,75 a	-3,77	13,25 a	0,00	4,50 a	66,04
BRS MR	12,00 a	15,75 a	-31,25	11,00 a	8,33	1,75 b	85,42
BRS XX	17,75 a	10,50 a	40,85	9,00 a	49,30	3,25 ab	81,69
Média	13,87	12,69	8,51	10,56	23,86	3,06	77,94
CV (%)	34,60	23,12		24,86		34,31	
Cultivar	MCG (g)						
	100%	80%	IR (%)	60%	IR (%)	40%	IR (%)
BRS PJ	25,61 a	30,88 a	-20,58	29,00 a	-13,24	23,18 a	9,49
BRS GR	24,63 a	26,12 a	-6,05	25,28 a	-2,64	27,33 a	-10,96
BRS MR	24,19 a	27,20 a	-12,44	31,16 a	-28,81	23,28 a	3,76
BRS XX	28,98 a	28,36 a	2,14	27,83 a	3,97	29,78 a	-2,76
Média	25,85	28,14	-8,86	28,32	-9,56	25,99	-0,54
CV (%)	15,57	8,92		12,42		13,25	
Cultivar	PROD (kg ha ⁻¹)						
	100%	80%	IR (%)	60%	IR (%)	40%	IR (%)
BRS PJ	469,31 a	481,86 a	-2,67	367,90 a	21,61	126,21 a	73,11
BRS GR	389,83 a	354,49 a	9,07	303,35 a	22,18	100,75 a	74,16
BRS MR	474,90 a	550,20 a	-15,86	361,06 a	23,97	76,98 a	83,79
BRS XX	425,86 a	366,40 a	13,96	321,16 a	24,59	98,06 a	76,97
Média	439,97	438,24	0,39	338,37	23,09	100,50	77,16
CV (%)	24,51	25,42		24,36		46,15	

BRS PJ- BRS Pujante, BRS GR - BRS Guariba, BRS MR - BRS Marataoã, BRS XX- BRS Xique-xique. CVag - Comprimento de vagem, NGV - Número de grãos por vagem, NVP - Número de vagem por planta, MCG - Massa de cem grãos, PROD - Produtividade. Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; CV (%) - Coeficiente de variação.

Para a número de vagem por planta (Figura 1A), produtividade e comprimento de vagem (Figura 1B), os valores máximos obtidos foram: 13,9;

456 kg ha⁻¹ e 21,2 cm, correspondentes aos níveis de irrigação de 92%, 89% e 71%, em relação às variáveis mencionadas; isso implica que essas cultivares não necessitam de 100% de irrigação para obter maior número de vagem por planta, produtividade e comprimento de vagem. Tal fato possibilita ao produtor menor custo com água e energia e obtenção de maior produção de grãos. Comportamento diferente foi obtido por Dutra et al. (2015) em relação à produtividade em função dos mesmos percentual hídrico utilizados neste trabalho. Nos estudos dos autores mencionados acima, a produtividade aumentou com a maior disponibilidade hídrica, o que diverge com este trabalho, provavelmente em virtude das condições climáticas.

Os resultados deste estudo mostraram que o solo com maior estresse hídrico resultou em redução significativa de comprimento de vagem, número de vagem por planta, número de grãos por vagem e produtividade, ao se analisarem os níveis de irrigação de 40% a 80% (Tabela 4 e Figura 1).

Observou-se que a redução do número de grãos por vagem contribuiu para a baixa produtividade para o nível de irrigação de 40%. Resultados semelhantes foram obtidos por Abayomi e Abidoye (2009), ao analisarem número de vagem por planta, número de grãos por vagem e produtividade em dez genótipos de feijão-caupi, submetidos a quatro tratamentos (sem estresse, estresse médio, moderado e severo).

Ao se estudar o efeito nos níveis de irrigação para número vagem por planta, observou-se aumento a partir do nível de irrigação de 40% quando se verificou 3,06 até o nível de irrigação de 92% (13,9), onde houve uma estabilização até o último nível de irrigação estudado. Para o número de grãos por vagem, observou-se um acréscimo de 8,8 do percentual de

irrigação, a partir do nível de irrigação de 40%, apresentando incremento de 66,2% até o nível de irrigação de 100% (Figura 1A e Tabela 5).

Tanto a produtividade quanto comprimento de vagem, apresentaram comportamentos semelhantes em relação aos níveis de irrigação estudados. Sendo que a produtividade obteve crescimento de 353,73%, a partir do nível de irrigação de 40% (100,50 kg ha⁻¹) até 89%, com maior produtividade (456,00 kg ha⁻¹). De 89% até o nível de irrigação de 100% foi constado um decréscimo de 3,51%. Para comprimento de vagem ocorreu um incremento de 9,87%, a partir do nível de irrigação de 40% (17,36 cm) até 94%, em que, deste nível até o 100% de irrigação, o comprimento de vagem não obteve crescimento, permanecendo em 20,81cm (Figura 1B e Tabela 5).

O índice de redução (IR) ocorreu em maior percentual para as variáveis número de vagem por planta e produtividade, quando as cultivares foram submetidas ao nível de irrigação de 40% em comparação a testemunha (100% do nível de irrigação) e a cultivar BRS Marataoã foi a mais susceptível ao déficit hídrico, apresentando índice de redução de 83,79% de produtividade e 85,42% de número de vagem por planta (Tabela 5).

A cultivar BRS Pujante, obteve maior comprimento de vagem, para todos os níveis de irrigação, diferindo da BRS Xique-xique, para déficit hídrico de 40%, e BRS Marataoã, para nível de irrigação de 100% e das cultivares BRS Guariba, BRS Marataoã e BRS Xique-xique, para os níveis de 60% e 80%. Em relação ao índice de redução, a cultivar BRS Pujante obteve os maiores índices para os níveis de irrigação de 60% e 80%. E a BRS Xique-xique, para o nível de 40% (Tabela 5).

O número de grãos por vagem diferiu entre as cultivares para os níveis

de irrigação de 40% e 80%. A cultivar que obteve menor número de grãos por vagem para o nível de irrigação de 40% foi BRS Guariba, diferindo das demais cultivares; para 80% do nível de irrigação, a BRS Xique-xique diferiu da BRS Guariba. Em relação ao IR, a cultivar BRS Marataoã obteve menor redução para o nível de irrigação de 40%, dentre as cultivares e a cultivar BRS Xique-xique, maior, para 40% e 60% (Tabela 5). Este resultado pode está relacionado á maior capacidade de retenção de água no solo para BRS Marataoã e menor para BRS Xique-xique. Resultados superiores foram encontrados por Bastos et al. (2011), ao analisarem 20 genótipos de feijão-caupi, com e sem estresse hídrico, obtendo, respectivamente, 13,3 e 15,5 e por Silva e Neves (2011), onde a cultivar BRS Guariba obteve maior número de grãos por vagem, em relação a este trabalho. E semelhantes aos obtidos por Gerrano et al. (2015), ao analisarem 25 genótipos de diferentes portes.

Para Silva e Neves (2011), o comprimento de vagem é uma característica desejável para a colheita manual, pois, quanto maior a vagem, maior é o número de grãos por vagem, informação esta confirmada através das correlações positivas entre o comprimento de vagem e número de grãos por vagem (Tabela 3).

As cultivares BRS Guariba e BRS Marataoã não reduziram ao nível de irrigação de 80% para número de vagem por planta. A cultivar BRS Guariba obteve maior resultado para o nível de irrigação de 40% diferindo da BRS Marataoã. Contudo a cultivar BRS Guariba foi maior para o nível de irrigação de 80%, igual para 60% em relação à sem deficiência hídrica. As cultivares BRS Marataoã e BRS Xique-xique obtiveram maior número de vagem por planta, respectivamente para os níveis de irrigação de 80% e 100% (Tabela 5 e Figura 2 A). Para Souza et al.

(2007) esta variável pode ser utilizada como critério de seleção para maior produtividade de grãos desta cultura. Resultados contrastantes obtidos neste trabalho em relação à correlação entre número de vagem por planta e produtividade (Tabela 3).

A variável menos afetada em relação aos diferentes níveis de irrigação foi a massa de cem grãos, pois com menor número de vagem por planta, a planta transloca os nutrientes para o enchimento de grãos, havendo uma correlação genotípica negativa entre número de vagem por planta e massa de cem grãos (Tabela 3). Esta variável não diferiu entre as cultivares para o mesmo nível de irrigação. Contudo o IR ocorreu para a BRS Xique-xique, nos níveis de irrigação de 60% e 80% e para as cultivares BRS Pujante e BRS Marataoã, em 40% da quantidade utilizada em relação ao percentual de 100% (Tabela 5). Resultados semelhantes foram obtidos por Arruda et al. (2015) ao analisarem IR em cultivares e linhagens de amendoim submetidas ao estresse hídrico. No entanto foi superior aos resultados obtidos por Silva et al. (2014). Esta variação de massa pode ser atribuída às características genotípicas das cultivares.

Apesar da produtividade obtida neste trabalho ser inferior à média no estado da Bahia (528 Mg ha⁻¹ safra 2018/2019) (Conab, 2019) não houve diferença entre as cultivares em estudo para os mesmos níveis de irrigação. As cultivares BRS Pujante e BRS Marataoã não houve redução na produtividade para o nível de irrigação de 80% mostrando-a foi superior ao nível de irrigação de 100%. Isso pode ser explicado, porque o feijão-caupi é uma cultura tolerante ao déficit hídrico, sendo cultivado em regime de sequeiro, nos estados da Região Nordeste. Porém a redução da quantidade de água afetou 77,16% na produtividade, quando as

cultivares foram submetidas a 40% do nível de irrigação (Tabela 5). Dutra et al. (2015) obtiveram resultados discrepantes para produtividade em relação a este trabalho, pois esta não aumentou com a redução dos níveis de irrigação.

A redução do número de grãos por vagem contribuiu para a baixa produtividade em relação ao nível de irrigação de 40% (Tabela 5). Resultados

semelhantes foram obtidos por Abayomi e Abidoeye (2009), ao analisarem número de vagem por planta, número de grãos por vagem e produtividade em 10 genótipos de feijão-caupi, submetidos a quatro tratamentos (sem estresse, estresse médio, moderado e severo).

O número de vagem por planta e massa de cem grãos foram influenciadas pela interação entre as cultivares e os níveis de irrigação (Tabela 2 e Figura 2).

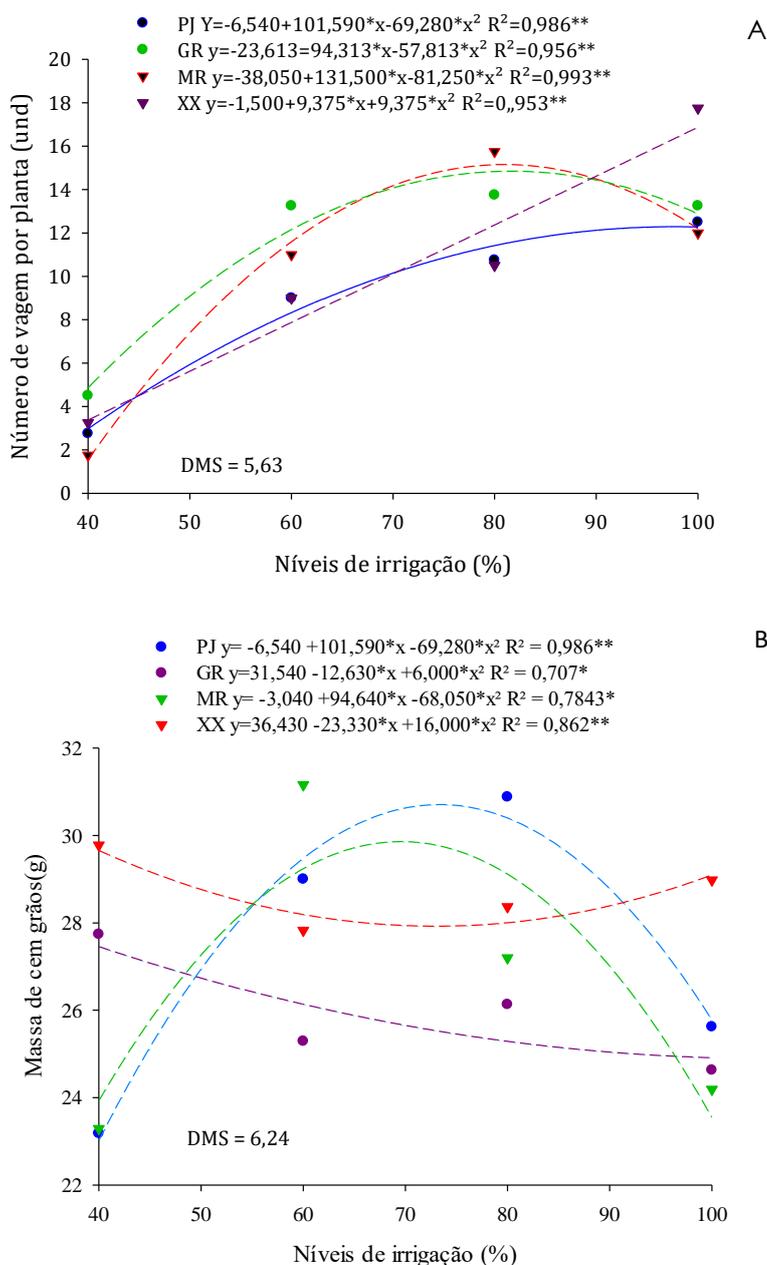


Figura 2. Interação número de vagem por planta (NVP) (A) e massa de cem grãos (MCG) (B), para as cultivares de feijão-caupi, submetidas aos níveis de irrigação. PJ- Pujante, GR – Guariba, MR – Marataoã, XX- Xique-xique.

O número de vagem por planta para BRS Pujante e BRS Xique-xique não variou entre os níveis de irrigação de 60% e 80%. Para a BRS Guariba e BRS Marataoã, o maior número de vagem por planta foi constatado com 60% e 80% do nível de irrigação, respectivamente (Figura 2A), sendo que essa variação pode ser decorrente das características intrínsecas de cada cultivar, em relação à disponibilidade de água.

O maior número de vagem por planta foi obtido para cultivar BRS Xique-xique e BRS Pujante, quando submetidas a 100% de irrigação, e o menor, para BRS Marataoã, para 40% do nível de irrigação, comprovando que o estresse hídrico é um fator limitante para a sua produção, pois, com menor número de vagem por planta, menor será a quantidade de grãos e, conseqüentemente, menor será a produtividade.

A cultivar BRS Xique-xique obteve crescimento de 9,38 do número de vagem por planta por % acrescido dos níveis de irrigação, a partir de 40% até 100%. Constatou-se aumento até os percentuais de irrigação para as cultivares BRS Guariba, BRS Marataoã e BRS Pujante de 79%, 78% e 94%, quando atingiram 15, 15 e 12 para número de vagem por planta, respectivamente.

Avaliando-se o desdobramento da interação, cultivares de feijão-caupi dentro dos níveis de irrigação, observou-se que houve diferenças significativas entre as cultivares, para o nível de irrigação de 40%. Em que a BRS Guariba obteve maior número de vagem por planta, diferindo da BRS Marataoã (Tabela 5 e Figura 2A).

No percentual de irrigação de 80%, as cultivares BRS Guariba e BRS Marataoã foram mais eficientes do que a testemunha (percentual de irrigação de 100%), o que pode indicar maior adaptação dessas cultivares a menor

quantidade de água utilizada na irrigação, comprovado para a maior produtividade na cultivar BRS Marataoã, em relação ao percentual de irrigação de 80% em comparação a testemunha (Tabela 5). A partir desses resultados, verificou-se que as cultivares suportou de forma positiva ao aumento de fornecimento de água, exceto para as cultivares BRS Guariba e BRS Marataoã, conforme mencionado anteriormente (Figura 2A).

Para os níveis de irrigação analisados, as cultivares BRS Marataoã e BRS Pujante apresentaram maior massa de cem grãos para 60% e 80% do nível de irrigação, respectivamente, enquanto as cultivares BRS Xique-xique e BRS Guariba apresentaram maior massa para 40% de irrigação (Tabela 5 e Figura 2 B).

Na interação níveis de irrigação e cultivares para massa de cem grãos, verificou-se, no nível de irrigação de 40%, acréscimo de 2,76% e 10,96% na massa de cem grãos quando utilizou as cultivares BRS Xique-xique e BRS Guariba em relação a 100% do nível de irrigação, respectivamente. No nível de irrigação 60% as cultivares BRS Marataoã e BRS Pujante foram mais efetivas que as demais cultivares, evidenciando maior massa de cem grãos. Para as cultivares BRS Marataoã, BRS Pujante e BRS Guariba em relação ao nível de irrigação de 100%, houve um acréscimo de 6,97; 3,39 e 0,65g, quando comparadas a 60% de disponibilidade hídrica. No nível de irrigação de 80%, exceto para a BRS Xique-xique, houve incremento para massa de cem grãos em relação à testemunha (Tabela 5 e Figura 2B). Esse resultado pode ser explicado pelo fato dessa cultura ser resistente à escassez de água; sua necessidade ser inferior ao nível de irrigação de 100% para atingir maiores massa de cem grãos.

Conclusões

O comprimento de vagem e número de grãos por vagem demonstrou serem passíveis de fácil seleção para variabilidade genética, apresentada entre as cultivares, além de estarem associadas à elevada herdabilidade e ganho genético. O nível de irrigação de 80% é o recomendado para o cultivo de feijão-caupi, pois as cultivares BRS Pujante e BRS Marataoã obtiveram maior produtividade em relação ao nível de irrigação de 100%. A cultivar BRS Marataoã foi a mais tolerante ao estresse hídrico, pois obteve maior comprimento de vagem, número de vagem por planta e produtividade quando submetidas ao nível de irrigação de 80% e comparadas com a testemunha. A cultivar BRS Xique-xique foi a menos tolerante ao estresse hídrico, pois obteve maior redução para número de vagem por planta, massa de cem grãos e produtividade quando submetidas ao nível de irrigação de 80% comparadas com a testemunha.

Agradecimentos

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

Referências

- ABAYOMI, Y. A.; ABIDOYE, T. O. Evaluation of cowpea genotypes for soil moisture stress tolerance under screen house conditions. **African Journal of Plant Science**, Lagos, v. 3, n. 10, p. 229-237, 2009.
- ARRUDA, I. M.; MODA-CIRINO, V.; BURATTO, J. S.; FERREIRA, J. M. Crescimento e produtividade de cultivares e linhagens de amendoim submetidas a déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 146-154, 2015.
- BASTOS, E. A.; NASCIMENTO, S. P. do.; SILVA, E. M. da.; FREIRE-FILHO, F. R.; GOMIDE, R. L. Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 100-107, 2011.
- BERTINI, C. H. C. M.; TEÓFILO, E. M.; DIAS, F. T. C. Divergência genética entre acessos de feijão-caupi do banco de germoplasma da UFC. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 1, p. 99-105, 2009.
- CASAROLI, D.; van LIER, Q. J. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 59-66, 2008.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira grãos**. Brasília- DF, v. 6, n. 12, p. 1-126. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletimgraossetembro2019>. Acesso em: 08 out. 2019.
- CORREA, A. M.; BRAGA, D. C.; CECCON, G.; OLIVEIRA, L.V. A. de; LIMA, A. R. de S.; TEODORO, P. E. Variabilidade genética e correlações entre caracteres de feijão-caupi. **Revista Agro@**, Boa Vista, v. 9, n. 1, p. 42-47, 2015.
- CORREA, A. M.; CECCON, G.; CORREA, C. M. A.; DELBEN, D. S. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos em feijão-caupi. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 1, p. 88-94, 2012.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, 514 p, 2012.

DUARTE, E. A. A.; MELLO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C. Características agronômicas 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.

DUTRA, A. F.; MELO, A. S. de.; FILGUEIRAS, L. M. B.; SILVA, A. R. F. da.; OLIVEIRA, I. M.; BRITO, M. E. B. Parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi cultivado sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.10, n.2, p.189-197, 2015.

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**, Pretoria, v. 32, n. 3, p. 165-174, 2015.

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

GONÇALVES, I. S.; SILVA, R. R. da.; OLIVEIRA, G. M. de.; SANTIAGO, E. J. P.; VINÍCIUS OLIVEIRA, V. E. A. de. Características fisiológicas e componentes de produção de feijão caupi sob diferentes lâminas de

irrigação. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 02, n. 03, p. 320-329, 2017.

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**, Lagos, v. 4, n. 5, p. 80-86, 2012.

NWOFIA, G.E. Yield and yield components in vegetable cowpea on an ultisol. **African Journal of Agricultural Research**, Lagos, v. 7, n. 28, p. 4097-4103, 2012.

REGIS, J. A. V. B.; MOLINAS, V. S.; SANTOS, A. dos.; CORREA, A. M.; CECCON, G. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semiereto. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 23, p. 11-19, 2014.

SANTOS, A.; CECCON, G.; CORREA, A. M.; DURANTE, L. G. Y.; REGIS, J. A. V. B. Análise genética e de desempenho de genótipos de feijão-caupi cultivados na transição do cerrado-pantanal. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.5, n.4, p. 87-102, 2012.

SILVA, A. C.; MORAIS, O. M.; SANTOS, J. L.; D'AREDE, L. O.; SILVA, C. J.; ROCHA, M. M. Componentes de produção, produtividade e qualidade de sementes de feijão-caupi em Vitória da Conquista, Bahia. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 8, n. 3, p. 327-335, 2014.

SILVA, A. L. J.; NEVES, J. Produção de feijão-caupi semiprostrado em cultivos de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.1, p. 29-36, 2011.

SOUZA, C. L. C.; LOPES, A. C. de. A.; GOMES, R. L. F.; ROCHA, M. de. M.; SILVA, E. M. Variability and correlations in cowpea populations for green-grain production. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 7, p. 262-269, 2007.