



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

LUCIANO JONATAS GOMES FRADE

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO MACASSAR SOB
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

**DIGITALIZAÇÃO
SISTEMOTECA - UFCG**

**POMBAL-PB
MAIO de 2016**

LUCIANO JONATAS GOMES FRADE

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO MACASSAR SOB
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Marcos Eric Barbosa Brito

Co-orientador: Eng. Agr. Rômulo Carantino Lucena Moreira

POMBAL-PB

MAIO de 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

F799c Frade, Luciano Jonatas Gomes.
Componentes de produção de genótipos de feijão macassar sob lâminas de irrigação / Luciano Jonatas Gomes Frade. – Pombal, 2016.
36f. : il. color.

Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar.

"Orientação: Prof. D. Sc. Marcos Eric Barbosa Brito, Eng. Agr. Rômulo Carantino Lucena Moreira".

1. Feijão - Cultivo. 2. *Vigna unguiculata* (Feijão Macassar). 3. Irrigação - Lâminas. I. Brito, Marcos Eric Barbosa. II. Moreira, Rômulo Carantino Lucena. III. Título.

CDU 633.35(043)

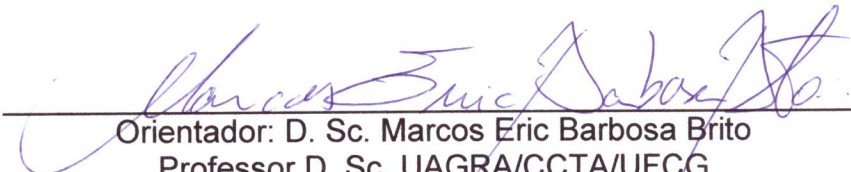
LUCIANO JONATAS GOMES FRADE

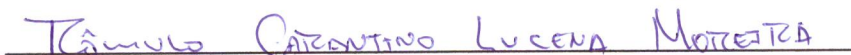
**COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO MACASSAR SOB
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Apresentada em: 24 de maio de 2016.

BANCA EXAMINADORA


Orientador: D. Sc. Marcos Eric Barbosa Brito
Professor D. Sc. UAGRA/CCTA/UFMG


Co-orientador: Eng. Agrônomo Rômulo Carantino Lucena Moreira
Mestrando PPGSA/CCTA/UFMG


Examinador: Anielson dos Santos Souza
Professor D. Sc. UAGRA/CCTA/UFMG


Examinador: Amaralina Celoto Gerrero
D. Sc. Bolsista PNPB PPGHT/CCTA/UFMG

**POMBAL-PB
MAIO de 2016**

*Aos meus pais Silene e José Frade, e
minhas irmãs, Rosimira e Daiana que
com muito carinho e apoio, não
mediram esforços para que eu chegasse
até esta etapa de minha vida.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, **Silene**, por ter me concebido, por suas virtudes, e pela dedicação a mim destinada.

A meu pai, **José Frade**, pelas lutas vividas em prol da nossa família, estando ao meu lado nessa caminhada.

As minhas irmãs, **Daiana** e **Rosimira**, e ao meu primo-irmão **Cristiano** por sempre me apoiarem e serem pessoas admiráveis.

Aos meus avós, **Etevaldo e Rosimira F. Franco (in memoriam)**, **Antônio Cordeiro e Raimunda**, por tudo que representaram e representam para mim.

As minhas tias, tios e primos, por serem meu porto seguro onde estejam.

A minha namorada, **Valdilene**, que sempre me dá apoio positivo.

Aos meus amigos, **Rômulo**, por ser como um irmão para mim e me ajudar em momentos difíceis, **Ilkelan**, por ser uma pessoa que considero e com quem posso contar, **Luderlândio**, pelos ensinamentos e momentos vividos durante o curso, **Aldemir**, pela consideração recíproca, a **Vanies, Robson, Cesar, Isidro, Saulo, Kaline, Thais, Laíza, Jardel**, que sempre estiveram ao meu lado, e todos que de alguma forma contribuíram para a minha evolução pessoal.

A **Turma 2011.1**, sem exceção, pela vivência e serem importantes para minha evolução.

A **Equipe Irrigando o Semiárido**, pelo aprendizado e momentos de valem por si só.

Aos Professores, do CCTA que contribuíram direta e indiretamente para a minha formação, notadamente, à **Marcos Eric**, por me orientar de forma excepcional.

A Instituição Universidade Federal de Campina Grande (**UFCG**), pela oportunidade de realizar este curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (**CNPq**) pelos recursos para a execução das pesquisas;

"Imaginar é mais importante que saber, pois o conhecimento é limitado enquanto a imaginação abraça o Universo"
Albert Einstein

"Há mais mistérios entre o céu e a terra do que a vã filosofia dos homens possa imaginar"
William Shakespeare

"Não há lugar para a sabedoria onde não há paciência"
Santo Agostinho

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	11
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Água no Semiárido	14
2.2. Feijão macassar	14
2.3. Estresse hídrico às plantas	15
2.4. Lâminas de irrigação e produção	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS	17
3.1. Localização	17
3.2. Delineamento experimental e tratamentos	17
3.3. Instalação do experimento	18
3.4. Fertilidade do solo	19
3.5. Irrigação	19
3.6. Manejo de pragas e plantas daninhas	21
3.7. Variáveis analisadas	21
3.8. Análise estatística	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
5. CONCLUSÃO	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

RESUMO

FRADE, L. J. G. **COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO MACASSAR SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**. 36 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – UFCG, Pombal, 2016.

O feijão macassar possui importância econômica, social e alimentar. Contudo, o semiárido brasileiro apresenta limitações hídricas para o cultivo. Assim, é importante a identificação de genótipos e lâminas de irrigação eficientes. Objetivou-se estudar componentes de produção de genótipos de feijão macassar sob lâminas de irrigação, verificando a tolerância ao estresse hídrico e a eficiência no uso da água. O experimento foi realizado em campo, no município de Pombal, PB, sob condições de clima semiárido. O delineamento experimental foi o de blocos casualizado, em esquema fatorial 4 x 5, relativos a quatro genótipos de feijão macassar (Costela de Vaca, Pingo de Ouro, Paulistinha e BRS Marataoã) e cinco lâminas de irrigação com (40, 60, 80, 100 e 120% da evapotranspiração real- ETr), em quatro repetições. Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância. Avaliou-se as características comprimento, massa e número de grãos de vagem, número de vagens por planta, produção e a eficiência no uso da água. Houve efeito da interação entre todos os fatores, com exceção da massa de grãos por vagem e o número de vagem por planta. O Costela de Vaca e Pingo de Ouro não são indicados para colheita mecanizada; O BRS Marataoã não alterou as características físicas da vagem em função das lâminas de irrigação, apresentando rendimento aceitável em lâmina de 230,69mm; O genótipo Costela de Vaca e Paulistinha foram mais produtivos, apresentando rendimento satisfatório com aplicação 162,84mm; O genótipo Pingo de Ouro é menos produtivo sob restrição hídrica; O Paulistinha foi o mais tolerante escassez hídrica, aumentando a eficiência no uso da água no decréscimo da lâmina aplicada.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; Eficiência produtiva; Déficit hídrico.

ABSTRACT

FRADE, L. J. G. **COMPONENTS PRODUCTION IN GENOTYPES BEAN MACASSAR UNDER IRRIGATION**. 36 p. Completion working of course (Graduation in Agronomy) - UFCG, Pombal, 2016.

The cowpea has economic importance, social and to feed. However, the Brazilian semiarid region presents water limitations for cultivation. Thus, it is important to identify genotypes and efficient irrigation levels. The objective was to study the components of production of cowpea genotypes under irrigation levels, checking the tolerance to water stress and efficiency in water use. The experiment was carried out in the field, in the municipality of Pombal, PB, under semi-arid climate conditions. The experimental design was a randomized blocks, in a factorial 4 x 5, for four cowpea genotypes (Costela de Vaca, Pingo de Ouro, Paulistinha and BRS Marataoã) and five irrigation levels with (40, 60, 80, 100 and 120% of evapotranspiration real- ETr) in four replications. Data were evaluated by analysis of variance. We evaluated the characteristics length, mass and number of pod beans, number of pods per plant, production and efficiency in water use. There was a significant interaction between all factors, except for mass with grains per pod and number of pods per plant. The Costela de Vaca and Pingo de Ouro are not suitable for mechanical harvesting; The BRS Marataoã did not change the physical characteristics of the pods in function of irrigation, with acceptable performance in blade 230,69mm; The Costela de Vaca genotype cow and Paulistinha were more productive, with satisfactory yield with application 162,84mm; The genotype Pingo de Ouro is less productive under water restriction; The Paulistinha was tolerant the most water scarcity , increasing efficiency in water use in decreasing the applied blade.

Keywords: *Vigna Unguiculata*, production efficiency, deficit water.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Esquema de espaçamento de genótipos de feijão macassar [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], em função de lâminas de Irrigação **18**
- FIGURA 2.** Variação de água no solo para profundidade de 0,0 m a 0,20 m, (A) Balanço diário de umidade (Θ ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)) do solo, e (B) Lâminas de irrigação (mm) aplicadas em função o tempo (dias) **20**
- FIGURA 3.** Comprimento de vagem, massa de vagem, massa de grãos por vagem e número de grãos por vagem, de genótipos de feijão macassar [*Vigna unguiculata*(L.) Walp.], em função de lâminas de irrigação aos 90 dias após semeadura **24**
- FIGURA 4.** Produção por planta, dos genótipos de feijão macassar [*Vigna unguiculata*(L.) Walp.], em função de lâminas de irrigação aos 90 dias após semeadura **26**
- FIGURA 5.** Número de vagem por planta, dos genótipos de feijão macassar [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], em função de lâminas de irrigação aos 90 dias após semeadura **27**
- FIGURA 6.** Eficiência no uso da água (EUA) na produção de genótipos de feijão macassar em função de lâminas de irrigação **29**

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Análise das características química dos solos usados na condução do experimento	19
TABELA 2. Consumo hídrico em mm por lâmina de irrigação nos tratamentos estudados	20
TABELA 3. Resumo da análise de variância de comprimento de vagens (Comp. V), massa de vagens (MV), número de grãos por vagens (NGV), massa de grãos por vagem (MGV), número de vagens por planta (NVP) e produção por planta (PP) de genótipos de feijão macassar sob lâminas de irrigação na fase de produção.....	23
TABELA 4. Resumo da análise de variância relativo a eficiência no uso da água (EUA) dos genótipos de feijão macassar sob lâminas de irrigação até os 90 dias após a semeadura	28

1 INTRODUÇÃO

O feijão macassar possui grande importância econômica, social e alimentar, notadamente no semiárido, devido seu valor nutritivo, adaptação climática e potencial produtivo tanto para agricultura familiar quanto para o setor empresarial (TEIXEIRA et al., 2007; MACHADO et al., 2008; NASCIMENTO et al., 2011). É uma das principais fontes de proteínas e energia para o Homem, sendo rico em lisina e outros aminoácidos essenciais, constitui uma excelente fonte de tiamina e niacina e também contém quantidades razoáveis de outras vitaminas hidrossolúveis, como riboflavina, piridoxina e ácido fólico, e minerais como ferro, zinco, potássio e fósforo (FREIRE FILHO et al., 2005).

A região semiárida brasileira é caracterizada por precipitações pluviais irregulares com má distribuição. Apesar disso, é um dos mais chuvosos do planeta, com precipitação média anual de 750 mm, embora em algumas áreas a precipitação média não ultrapasse os 400 mm anuais. A evapotranspiração potencial média atinge 2.500 mm ano, gerando elevados déficits hídricos e limitando os cultivos agrícolas de sequeiro (MONTENEGRO; MONTENEGRO, 2012). Dessa forma, o cultivo em sequeiro torna-se inviável para obtenção de rendimentos satisfatórios.

Com base em dados do IBGE (2016) da safra de 2015 e de (DAMASCENO-SILVA, 2009), o rendimento médio foi de 380,60 kg ha⁻¹. Tal produtividade é considerada baixa, já que o potencial produtivo pode chegar a 3000 kg ha⁻¹, dependendo do cultivar e tecnologias empregadas (SALGADO et al., 2011).

Nesta realidade, algumas pesquisas tem apontado para melhoria na produtividade quando se usa lâminas adequadas de irrigação, (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002; TAGLIAFERRE et al., 2013; BRITO et al., 2015; DUTRA et al., 2015), denotando que, para o sucesso da produção, deve-se usar da irrigação para suprir as necessidades hídricas da cultura, ou de técnicas que possibilitem a manutenção da água no solo e permitindo que as plantas completem o seu ciclo produtivo.

O cultivo nas épocas secas só é viabilizado pelo uso de sistemas de irrigação, que, embora apresentem grandes vantagens ao sistema de produção agrícola, podem causar problemas de ordem ambiental e onerar o custo de produção em cultivos irrigados (MOURA; OLIVEIRA, 2013; ALMEIDA; COSTA, 2014).

A identificação de genótipos com maior tolerância e eficiência no uso da água é de interesse de programas de melhoramento genético, verificando-se que a

determinação de componentes ligados a produção, como comprimento de vagem, massa de vagem, massa de grãos, número de grãos por vagem, produção, produtividade e eficiência produtiva no uso da água, apresentam-se como parâmetros de alta representatividade para avaliar o desempenho do feijão macassar sob diferentes condições hídricas, assim como observado por vários autores (NASCIMENTO et al., 2011; ANDRADE JÚNIOR et al., 2014; DUTRA et al., 2015).

Com isso, objetivou-se estudar componentes de produção de genótipos de feijão macassar sob lâminas de irrigação, verificando a tolerância ao estresse hídrico e a eficiência no uso da água no semiárido paraibano.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Água no Semiárido

A água é um bem essencial a vida, que realiza seu ciclo a partir de precipitações e retorno a atmosfera por evapotranspiração. As precipitações são distribuídas de forma desuniformemente entre as diversas regiões do planeta. A região semiárida é caracterizada pela escassez de água, estando sujeita a distribuição de chuvas irregular, produzindo períodos de estiagem aguda. É também nestas zonas que ocorrem fluxos elevados de evapotranspiração, acentuando os déficits hídricos nos períodos sem chuvas (GHEYI et al., 2012).

Ressalta-se que entre os tipos de uso que possuem maior demanda hídrica, tem-se a irrigação como maior contribuinte, com uma vazão retirada de $1.281\text{m}^3\text{ s}^{-1}$, equivalente a 54% do total consumido, e destes apenas 72% realmente consumido equivalente a $873\text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (ANA, 2012). Na irrigação a grande problemática é os baixo índice de eficiência, devido a diversos fatores técnicos, climatológicos, de manejo do solo e dos cultivos, além das perdas por evaporação e lixiviação. Deste modo, deve-se pensar em maximizar a eficiência de utilização de água (VADEZ et al., 2012), e aumentar o seu rendimento, pois em tempos remotos o setor que será mais prejudicado pela escassez do recurso em quantidade e qualidade, será o agrícola (BRITO; GOMES; LUDWIG, 2012).

Portanto, a utilização de culturas que possuem tolerância, e dentro das mesmas, verificar seu rendimento sob as condições de estresse hídrico, torna-se importante, tendo em vista que há produtores com disponibilidades de água diferenciadas. Para tal, justifica-se a utilização do feijão macassar [*V. unguiculata* (L.) Walp.], por ser uma cultura tradicionalmente cultivada por agricultores familiares no Nordeste brasileiro, em razão da sua ampla adaptabilidade às condições tropicais e ao baixo custo de produção (FREIRE FILHO, 2011).

2.2 Feijão macassar

O feijão macassar é rico em proteínas, sendo uma leguminosa amplamente cultivada nas regiões semiáridas da África, Ásia e América Latina, onde exerce papel central na dieta e economia de milhões de pessoas (BELKO et al., 2012). Os

países que possuem maiores áreas cultivadas e produção são Nigéria, Níger e o Brasil, entretanto, a Croácia, República de Macedônia, Trinidad e Tobago, Bósnia Herzegovina, Egito e Filipinas detêm as maiores produtividades, com valores acima de $2.500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. As produções anuais no Brasil no período de 2005 a 2009 foram em média de 513.619 toneladas, no Nordeste, a produção, foi em média de 426.367 t.ano⁻¹, com produtividade média de cerca de $330 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (FREIRE FILHO, 2011).

Tal produtividade é considerada baixa, já que o potencial produtivo pode chegar a $3000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, dependendo da cultivar (SALGADO et al., 2011). Fato esse, pode ser reflexo do baixo nível tecnológico usado pelos agricultores da região Nordeste, sendo, ainda, um dos principais entraves para se alcançar uma produção satisfatória (FREIRE FILHO, 2011). Saliencia-se, porém, que o feijão macassar vem passando por diversas transformações, tanto no setor produtivo, quanto na expansão do cultivo para outras regiões no setor comercial, isso se deve ao início do processamento industrial e a entrada do produto em novos mercados do país e do exterior, o que tem tornado o seu cultivo cada vez mais empresarial (FREIRE FILHO, 2011).

2.3 Estresse hídrico às plantas

Segundo Tatagiba et al. (2013), o crescimento de um vegetal varia, em termos gerais, do processo de divisão e expansão celular. Esses processos se mostram sensíveis ao estresse hídrico, especialmente na fase de alongamento celular. Sousa et al., (2009) verificaram que o estresse é mais prejudicial nas fases de floração e frutificação. São essas fases as mais exigentes pela cultura, com destaque ao período de enchimento do grãos que, conseqüentemente, irão determinar a produção final. A disponibilidade e adoção pelos agricultores de variedades de feijão macassar com maiores níveis de tolerância à seca devem contribuir positivamente para garantir a segurança alimentar e a melhoria da nutrição humana. Esforços feitos no passado para desenvolver materiais tolerantes à seca tiveram um sucesso limitado. Isto pode ter a ver com a complexidade dos fatores em jogo, na determinação de tolerância à seca na safra (FATOKUN; BOUKAR; MURANAKA, 2012).

2.4 Lâminas de irrigação e produção

Silva e Neves, (2011), verificam em estudo com 20 genótipos, produtividades superiores as médias encontradas na região nordeste, verificando que o uso de irrigação promove rendimentos acima de 1000 kg.ha^{-1} . Dutra et al., 2015, verificaram diferenças significativas nos componentes de produção de cultivares de feijão macassar na aplicação de lâminas de irrigação com baixa disponibilidade hídrica, sendo observando que o estresse hídrico provoca reduções na massa de vagem e produtividade da cultivar BR17 Gurguéia. com aplicação de 40% da ETo sendo que as cultivares estudadas foram melhor expressas com lâminas de 100% da ETo.

A eficiência no uso da água (EUA) é um fator importante, que relaciona a produção pela quantidade de água aplicada. Em agricultura irrigada, a elevação e a determinação dos níveis da EUA são bastante complexos e requerem conhecimentos e considerações interdisciplinares (SOUSA et al., 2000). O feijão macassar apresenta valores de EUA que variam conforme as condições edafoclimáticas (OLIVEIRA, 2013). Taiz e Zeiger (2013) afirmam que quando o estresse hídrico é moderado a eficiência do uso da água pode aumentar. Segundo Brito et al. (2012), a simples melhora de 1% na eficiência do uso da água de irrigação, nos países em desenvolvimento de clima semiárido ou árido, significaria uma economia de 200 mil litros de água por agricultor por ha.ano-1.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi realizado em campo, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, PB (6°47'20" de latitude S e 37°48'01" de longitude W e altitude de 194 m). Segundo Koopen, a região possui clima do tipo BSh (semiárido quente e seco), cenário esse comum em regiões semiáridas.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o blocos casualizados, com tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 5, correspondentes a quatro genótipos de feijão macassar e Cinco lâminas de irrigação, totalizando 20 tratamentos com quatro repetições.

Os quatro genótipos de feijão macassar foram: 1. Costela de Vaca: possui crescimento indeterminado de porte prostrado (descrever as principais características); 2. Pingo de Ouro: possui um ciclo médio, apresentaram bom desempenho produtivo e bom tamanho de grão (ROCHA, 2008); 3. Paulistinha: possui crescimento determinado de porte ereto e 4. BRS Marataoã: proveniente do programa de melhoramento genético de feijão da Embrapa Meio Norte conhecido também como sempre verde, embora sendo semi-prostrada não forma grande volume de ramos apresenta ciclo de 70 a 75 dias (ROCHA, 2008). Tais genótipos foram oriundos de produtores da região e da EMBRAPA MEIO-NORTE e possuem boa aceitação no mercado local.

As cinco Lâminas de Irrigação corresponderam às lâminas de 40%, 60%, 80%, 100% e 120% da evapotranspiração real (ET_r) das plantas, determinadas a partir do balanço de água no solo.

3.3 Instalação do experimento

Os tratamentos foram iniciados 15 dias após a semeadura (DAS) e durou até 90 DAS, compreendendo as fases vegetativa (V) e reprodutiva (R) da cultura.

Unindo-se os fatores, tem-se como resultado 20 tratamentos, que foram distribuídos em quatro blocos, totalizando 80 parcelas experimentais com dimensões de 10,8 m² (3,6m x 3,0 m). Realizou-se o semeio com uma única semente por cova, utilizando o espaçamento de fileiras duplas, 0,6 x 0,3 x 0,2 m (Figura 1), o que permitiu implantar 144 plantas por parcela, onde foram realizadas avaliações em quatro plantas por parcela. Assim, constituindo no somatório uma área experimental com 1080 m² (0,180 hectares), correspondendo a uma com densidade de 111,111 plantas.ha⁻¹ totalizando 111,11 metros lineares por ha.

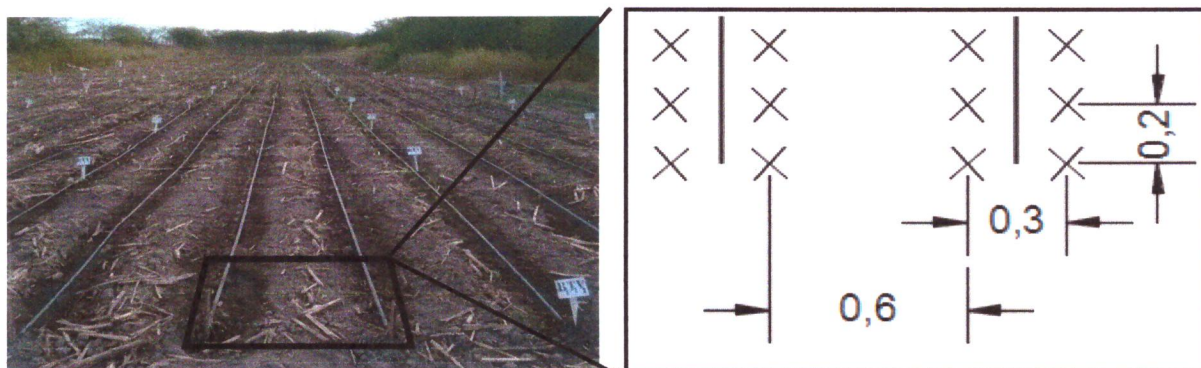


Figura 1 - Esquema de espaçamento de genótipos de feijão macassar [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], em função de lâminas de Irrigação. Pombal, PB, 2016.

3.4 Fertilidade do solo

Na implantação do experimento, a priori, procedeu-se o preparo do solo, realizando-se gradagem, seguindo posteriormente a uma coleta de amostras compostas de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade, formando uma amostra homogênea de 500 gramas de solo as quais foram encaminhadas para o laboratório de solos da UFCG no campus de Pombal-PB, estando as características químicas dispostas na Tabela 1, os quais foram usados para o manejo nutricional das plantas.

Tabela 1. Resultados analíticos de solo para profundidade de 0,0 m a 0,20 m, usados na condução do experimento. Pombal, PB, 2016.

Amostra	pH	C.E.	P	N	K	Na	Mg	Al	Ca
	CaCl ₂ 1:2,5	dS/m ⁻¹ 1:5	mg/dm ³	%	-----cmolc/dm ³ -----				
Área exp.	6,08	0,09	119,50	1,78	0,50	0,11	4,65	3,30	4,65
Amostra	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO	-
	-----cmolc/dm ³ -----					%			
Área exp.	2,31	8,45	8,55	10,87	78,16	0,93	1,00	30,50	-

pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5
P – Na – K – Fe – Zn – Mn – Cu – Extrator Mehlich I
P_{rem.}: Fósforo Remanescente
CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0
H + Al – Extrator: Acetato de Cálcio 0,5 M
SB = Soma de Bases Trocáveis
Mat. Org. (MO) – Oxidação: K₂Cr₂O₇ + H₂SO₄
C.E. em água – Relação 1:5
Ca – Mg – Al – Extrator: KCl – 1 mol/L
CTC (t) – Capacidade de Troca Catiônica Efetiva
V = Índice de Saturação de Bases
m = Índice de Saturação de Alumínio
ISNa – índice de Saturação de Sódio
Fonte: Laboratório de solos da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB.

No manejo nutricional, procedeu-se a adubação de fundação com 64 g de superfosfato simples por metro linear, conforme recomendação de Freire Filho et al., (2005). Procedeu-se devido ser um elemento pouco disponível, que impõe dificuldades à absorção pelas plantas.

Ressalta-se que não houve a aplicação de adubação nitrogenada ou potássica em cobertura, visando o estímulo no crescimento de nitrobactérias para o suprimento de 'N' e o nível satisfatório de 'K' no solo. Ainda, o experimento perdurou até os 90 dias após a semeadura (DAS), quando se fez a última colheita de grãos secos.

3.5 Irrigação

Na determinação do balanço de água do solo, realizou-se leituras diárias usando-se um medido de umidade por difusividade dielétrica, sendo instalados um sensor em cada parcela que estava destinada a receber a lâmina de 100% da ETr. Deste modo, a lâmina de irrigação (Li) correspondia a diferença entre a umidade na capacidade de campo (cm³ cm⁻³) (θ_{cc}) e a umidade atual (cm³ cm⁻³) (θ_a), sendo o resultado multiplicado pela profundidade do sistema radicular (Z) e expresso em 'mm', usando-se a equação (3.1). Para determinação das lâminas de irrigação nos tratamentos que recebiam 40%, 60%, 80% e 120% da ETr, multiplicou-se o valor obtido na expressão pelos coeficientes 0,4, 0,6, 0,8 e 1,2, respectivamente.

$$Li_{ETr100\%} = \frac{\theta_{cc} - \theta_a}{10} * Z \dots \dots \dots (3.1)$$

Dentro da fileira dupla, de modo a auxiliar a aplicação da água, instalou-se um sistema de irrigação por gotejamento, usando-se fitas gotejadoras com vazão de 1,62 L h⁻¹ por gotejador com espaçamento de 0,2 m na fita. Após a instalação, procedeu-se a realização de um teste de uniformidade de distribuição (CUD), seguindo metodologia disposta em Bernardo et al., (2008), obtendo-se um CUD de 92%. Com esta informação e os dados de lâmina de irrigação, calculou-se a lâmina bruta usando-se a equação (3. 2).

$$L_b = \frac{L_i}{CUD} \dots\dots\dots (3.2)$$

Antes de cada irrigação, procedeu-se a leitura dos sensores de umidade do solo nas parcelas do tratamento testemunha (100% da ETr), para fins de cálculo da lâmina de irrigação e monitoramento da umidade. Pode-se observar, na Figura 2A, a variação da umidade do solo durante o período experimental, verificando-se um decréscimo na umidade do solo ao longo do tempo devido ao alto consumo das plantas, o que era repostado pela irrigação, como pode ser observado nos volumes aplicados em cada lâmina aplicada na Figura 2B.

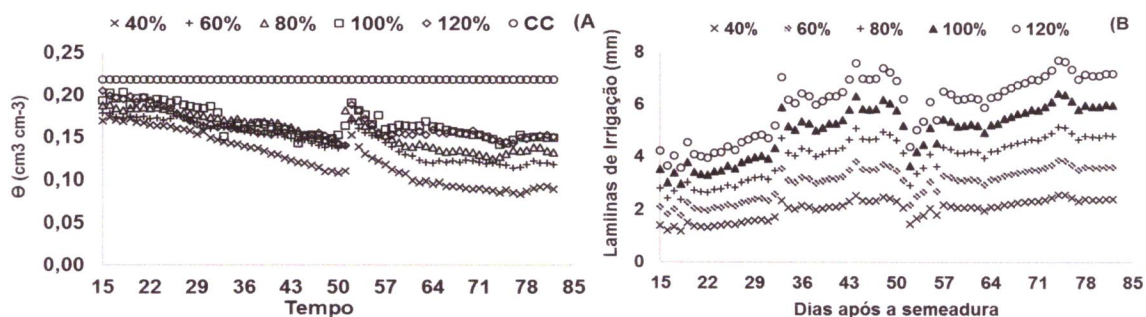


Figura 2 - Variação de água no solo para profundidade de 0,0 m a 0,20 m, (A) Balanço diário de umidade (Θ (cm³ cm⁻³)) do solo, e (B) Lâminas de irrigação (mm) aplicadas em função o tempo (dias). Pombal, PB, 2016.

Ainda, pode-se notar na Tabela 2 os dados de consumo de água em cada lâmina de irrigação, com a média entre genótipos, obtido pelo somatório do consumo em todo o ciclo da cultura.

Tabela 2. Consumo hídrico em mm por lâmina de irrigação nos tratamentos estudados.

	Tratamentos (%ETr)				
	40%	60%	80%	100%	120%
Lâminas aplicadas (mm)	135,7	203,6	271,5	339,4	407,2

3.6 Manejo de pragas e plantas daninhas

Entre os tratos culturais, procedeu-se a o manejo de plantas daninhas, usando-se de herbicidas específicos para a cultura do feijão macassar, sendo utilizados os produtos: 1. com Ingrediente Ativo fenoxaprope-P-etílico do grupo químico ácido ariloxifenoxipropiônico, onde foi aplicado de forma aérea com 30-40 L de calda/há quando a cultura estava com 15 a 20 cm; e 2. Com Ingrediente Ativo bentazona de grupo químico benzotiadiazinona 40 L de calda/ha. Posteriormente foi realizadas capinas com o auxílio de enchadas. Ainda foi feito o manejo de pragas (pulgão) com aplicação preventiva de defensivos agrícolas, onde foi aplicado o inseticida de ingrediente ativo dimetoato do grupo químico organofosforado na base de ml.100^{-L} de água (AGROFIT, 2016).

3.7 Variáveis analisadas

Foram avaliados os seguintes caracteres relacionados com os componentes de produção de das plantas, a partir de dados coletados na área útil de cada parcela de campo:

1. Comprimento de vagens (cm) (Comp. V), obtido pela média do comprimento de vagens de plantas das parcelas úteis;
2. Massa de vagens (g) (MV), obtido pela média da massa de vagens coletadas de plantas das parcelas úteis em balança de precisão;
3. Número de grãos por vagens (NGV), relação entre número total de grãos e o número total de vagens;
4. Massa de grãos por vagem (g) (MGV), obitido pela média da massa dos grãos das vagens colhidas nas parcelas úteis, utilizando balança de precisão;
5. Número de vagens por planta (NVP), relação entre número total de vagens e o número total de plantas estudada obtendo-se as médias das parcelas úteis;
6. produção por planta (PP), verificado através da média massa de grãos pelas plantas das parcelas úteis;
7. eficiência no uso da água (EUA), que se deu a partir da relação entre o rendimento (P) em (Kg ha⁻¹) e a lâmina de água aplicada (L) em (m³.ha⁻¹) correspondente ao percentual da evapotranspiração de real (%ETr), expressa em kg m⁻³. Calculou-se conforme a expressão (3.3).

$$EUA = \frac{P}{L} \dots\dots\dots (3.3)$$

3.8. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste 'F' para verificação da homogeneidade das variâncias e da normalidade, quando verificou interação significativa entre genótipos e lâminas de irrigação, procedeu-se o desdobramento. A escolha do modelo de regressão foi feita mediante melhor ajuste em base de coeficiente de determinação (R^2) e levando em consideração uma possível explicação biológica para os tratamentos estudados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 3 pode-se observar que o estresse, relativo às lâminas de irrigação em cada genótipo, influenciaram os componentes de produção, visto que houve efeito da interação entre os fatores, com exceção, da massa de grãos por vagem e o número de vagem por planta, nas quais houve efeito isolado dos fatores, fato relevante, pois indica que a alteração ocasionada pelas lâminas aplicadas foi comum nos genótipos estudados.

Tabela 3. Resumos das análises de variâncias de dados de comprimento de vagens (Comp. V), massa de vagens (MV), número de grãos por vagens (NGV), massa de grãos por vagem (MGV), número de vagens por planta (NVP) e produção por planta (PP) de genótipos de feijão macassar sob lâminas de irrigação na fase de produção. Pombal – PB, 2016.

FV	GL	Quadrados Médios					
		Comp. V	MV	NGV	MGV	NVP	PP
Genótipo (G)	3	48,516**	2,479**	25,948**	2,763**	102,589**	298,632047**
Lâmina (L)	4	26,818**	2,118**	51,634**	1,781**	39,785**	413,808387**
G x L	12	2,712*	0,451**	5,172**	0,210 ^{ns}	5,873 ^{ns}	38,305613*
Bloco	3	7,089	0,061	2,221	0,062	8,454	31,711945
Resíduo	57	63,813	0,171	1,931	0,198	3,086	19,744300
CV (%)		6,33	13,23	13,33	18,20	28,40	29,48
Média		16,705	3,133	10,426	2,450	6,186	15,0730035

CV = coeficiente de variação; **, * e ns = Significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro e não significativo pelo teste F, respectivamente; FV = Fonte de variação; GL= Grau de Liberdade.

O comportamento diferente entre genótipos com relação à demanda de água é comum, sendo o fato relatado em vários trabalhos com feijão macassar sob estresse hídrico, a exemplo de Pungulani et al., (2012), que estudaram 36 genótipos, classificando-os em diversas classes de tolerância à seca.

Com relação ao comprimento de vagem, verifica-se que os genótipos Costela de Vaca, Pingo de Ouro e Paulistinha foram mais influenciados pelas diferentes lâminas de irrigação, verificando-se decréscimos de 22%, 23% e 14%, respectivamente, com a diminuição da disponibilidade hídrica de 120% para 40% da ETr. Em termos absolutos, o maior decréscimo no comprimento de vagem foi observado no Costela de Vaca e Pingo de Ouro, sendo este na ordem de 21,04 para 16,47cm e de 17,10 para 13,20cm, respectivamente, com a redução da lâmina de 120% para 40% da ETr (FIGURA 3). Tais resultados não corroboram com Oliveira, et al., (2011) que não observou efeito significativo no comprimento de vagem para

as diferentes lâminas de irrigação. Essa diferença pode ter ocorrido pelo fato que os referidos autores trabalharam com uma cultivar com característica de alta herdabilidade genética, sendo pouco influenciada pelo ambiente.

Com relação à massa da vagem, a restrição hídrica também ocasionou redução nos valores, sendo o maior decréscimo observado no Pingo de Ouro, a ordem de 36% quando se compara a lâmina de 120% da ETr com a de 40% da ETr, conferindo-se a diminuição de massa de 4,14 para 2,64 g. Já no número de grãos por vagem, a maior redução ocorreu no Costela de Vaca e Pingo de Ouro com 45% e 36%, respectivamente, quando se reduz a lâmina de irrigação de 120 para 40% da ETr.

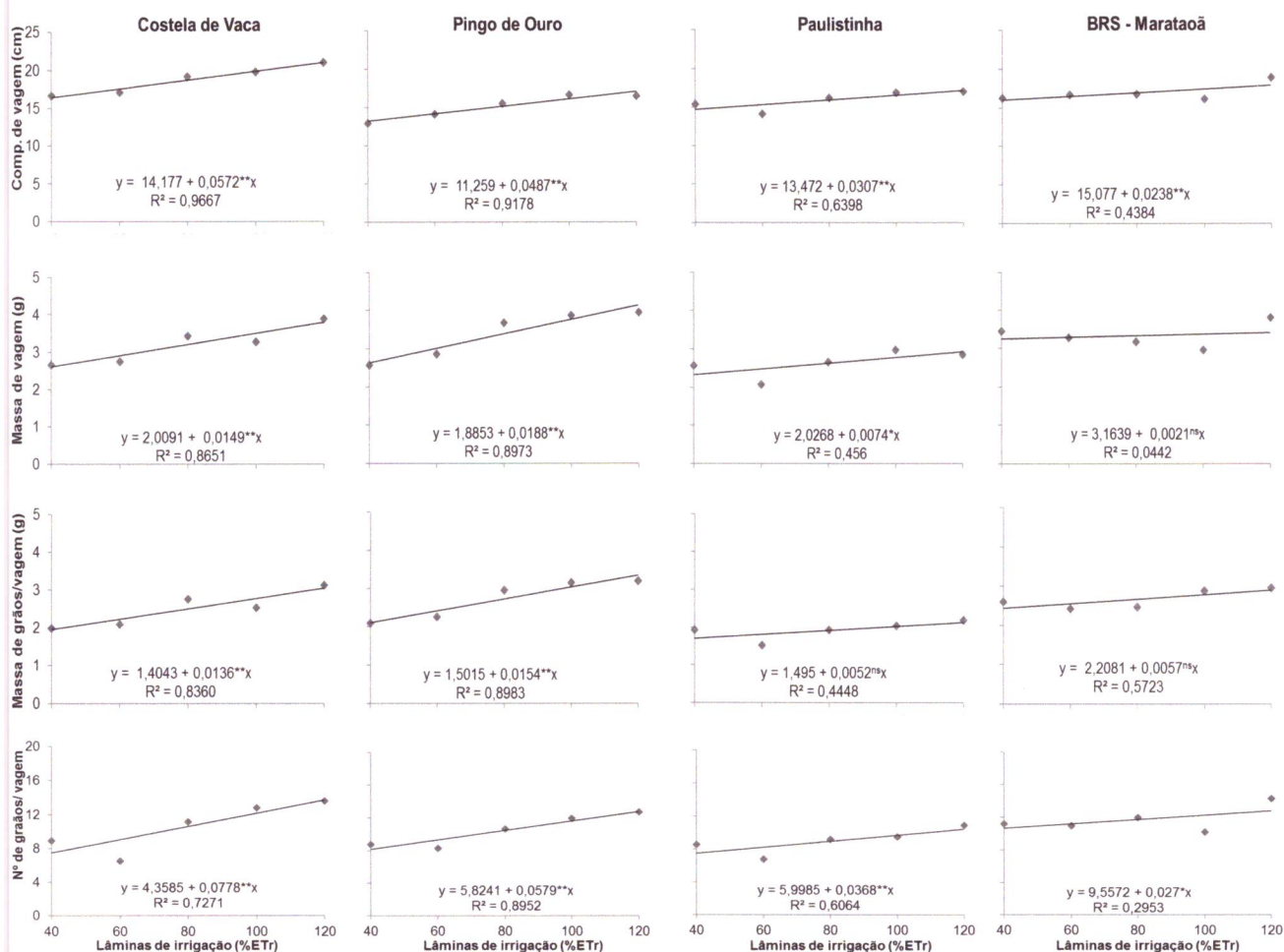


Figura 3 - Comprimento de vagem, massa de vagem, massa de grãos por vagem e número de grãos por vagem, de genótipos de feijão macassar [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], em função de lâminas de irrigação aos 90 dias após semeadura. Pombal, PB, 2016.

Vale destacar que o feijoeiro evita a seca pela redução da área foliar, pelo decréscimo da condutância estomática e pela mudança na orientação dos folíolos, e

as fases mais críticas da cultura são os períodos de floração e enchimento das vagens (FREIRE FILHO et al., 2005). Tal fato pode estar ligado à redução dos componentes físicos da produção em função do período prolongado de restrição hídrica, evidenciados na Figura 3.

Ainda, pode-se salientar que os genótipos Costela de Vaca e Pingo de Ouro, em lâmina de 120 % da ETr, se destacaram para comprimento e massa de vagens com médias 21,04 cm e 4,14 g respectivamente. Isso pode ser um problema para as colheitas semi-mecanizadas e mecanizadas, visto que vagens grandes e pesadas não são tão importantes. Atualmente, para esses dois tipos de colheita, vagens menores com menor número de grãos e, conseqüentemente, mais leves, são preferidas, pois permitem melhor sustentação, reduzindo a possibilidade de dobramento e quebra do pedúnculo. Por serem mais leves, as vagens ficam menos sujeitas a encostar ao chão, o que reduz a possibilidade de ocorrência de perdas por apodrecimento (SILVA; NEVES, 2011). Nesse sentido o Paulistinha e BRS Marataoã se adequam a colheita mecanizada, por apresentarem portes ereto e semi-prostrado, respectivamente, com vagens mais leves.

O genótipo BRS Marataoã, diferentemente dos demais estudados, manteve suas características físicas da vagem sem alteração significativa, apesar de condicionado a restrição hídrica, já que não houve redução na massa de vagem e de grãos por vagem. Diante disso, pode-se inferir que tais componentes podem estar relacionadas com a quantidade de vagens por planta. Acredita-se, que o BRS Marataoã sob estresse concentra suas energias para a manutenção da característica da vagem em detrimento da quantidade de vagem produzida, isso pode ter ocorrido por fatores genéticos.

O estágio reprodutivo de todas as variedades perdurou de 57 até 90 dias após a emergência, sendo que o período de maturação das vagens mais prolongado ocorreu no Costela de Vaca e Pingo de Ouro, o que pode ter contribuído para uma acentuada redução de massa dos grãos, como observado na Figura 3. Esta redução pode ter ocorrido devido ao genótipo ficar exposto por um maior período ao estresse, principalmente por ser uma fase crucial para gerar rendimentos satisfatórios.

Estudando-se a produção de grãos por planta e o número de vagens, verifica-se nos genótipos Costela de Vaca e BRS-Marataoã, maior rendimento quando a

disponibilidade hídrica foi de 90 a 98% da ETr, respectivamente, considerando que o excesso ou escassez promoveram redução nos rendimentos (Figuras 4 e 5), que estão representados por equações quadráticas. Vale ressaltar que os genótipos mantiveram rendimentos aceitáveis com a redução da lâmina ideal para 80% de ETr, com redução de apenas 3 e 7% respectivamente.

Os menores valores de produção sob estresse hídrico (40% ETr) foram observados nos genótipos Costela de Vaca, Pingo de Ouro e BRS-Marataoã, com valores estimados de 8,9; 4,56 e 3,76 g planta⁻¹, respectivamente. Todos ficaram abaixo do Paulistinha que mesmo sob condições de restrição hídrica obteve maiores médias com relação aos demais com 11,78 g planta⁻¹.

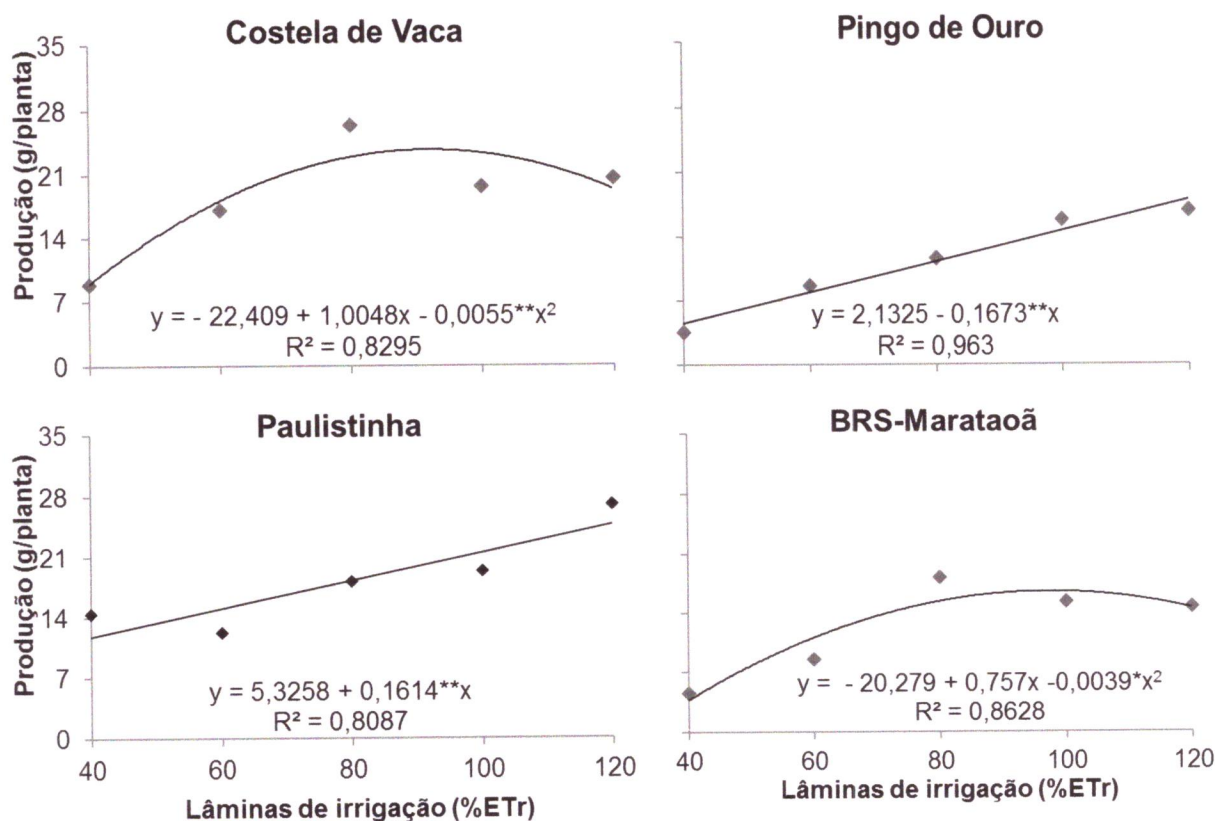


Figura 4 - Produção por planta, dos genótipos de feijão macassar [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], em função de lâminas de irrigação aos 90 dias após semeadura. Pombal, PB, 2016.

Considerando o cultivo irrigado, Silva e Neves (2011), verificaram rendimentos de 20 genótipos com média de 1436,36 kg.ha⁻¹. Comparando-se com este resultado verifica-se que o genótipo Costela de Vaca e Paulistinha com lâmina de 48% (162,84mm) apresentaram rendimento de 1461,02 e 1452,54 kg.ha⁻¹ respectivamente. O Pingo de Ouro com 90% (305,32mm), e o BRS Marataoã com 68% (230,69mm) da ETr, obtiveram rendimentos de 1436,04 e 1462,58 kg.ha⁻¹ de

forma respectiva. Tais resultados são bastante representativos, visto a economia para os genótipos Costela de Vaca e Paulistinha de 1765,6 m³, para o Pingo de ouro 340m³ e para o BRS Marataoã 1087,1 m³ de água em um hectare com relação a lamina de 100% da ETr.

Verificar-se que genótipo com porte ereto com crescimento determinado, o Paulistinha, apresentou um incremento linear positivo de apresentando 11,15 vagens por planta, em média quando irrigada com lâmina de 120% da ETr, e ainda proporcionando melhores de rendimentos sob condição de estresse com relação aos demais materiais estudados, com produção estimada de 6,19 vagens por planta na lamina de 40%. Nesse sentido, atribui-se a eficiência do genótipo Paulistinha, a menor competição por luz, maior rapidez de maturação das vagens, melhor condição de colheita, conferindo uma melhor arquitetura para tal aspecto com relação aos demais materiais estudados, que podem ser indicados à fins de adubação verde pela grande quantidade de massa vegetal produzida.

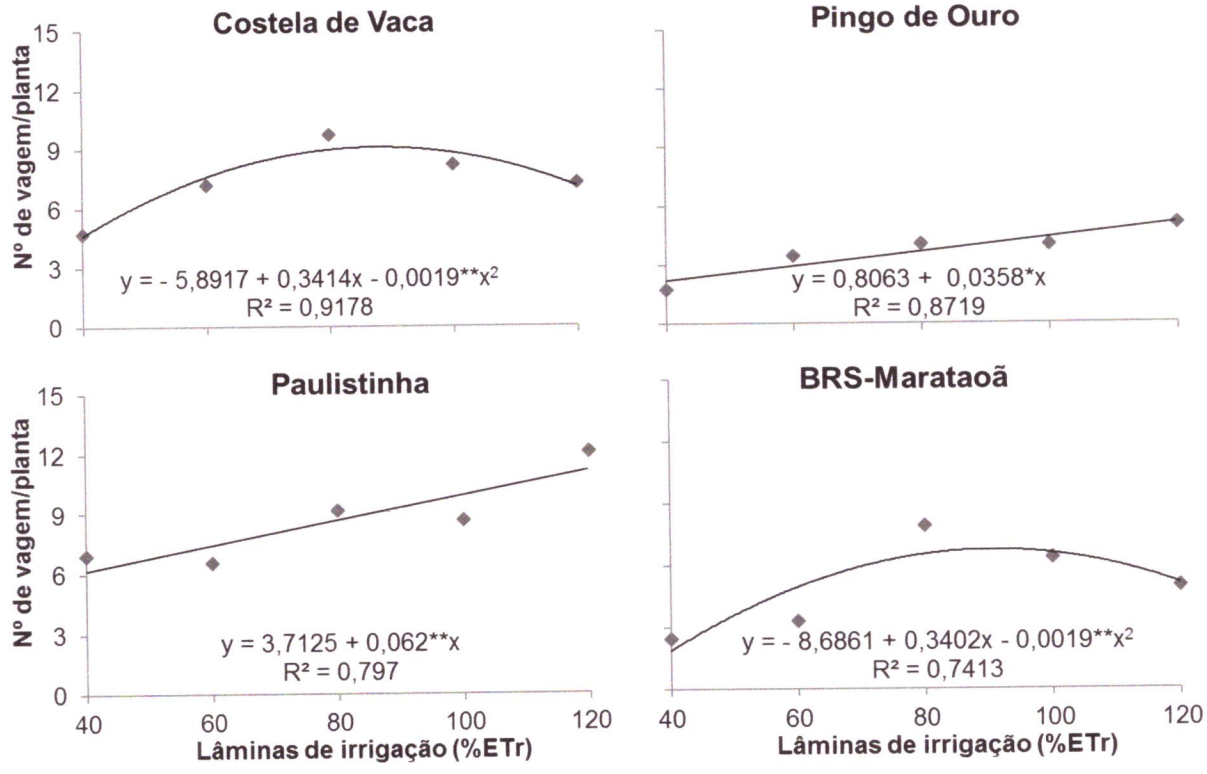


Figura 5 - Número de vagem por planta, dos genótipos de feijão macassar [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], em função de lâminas de irrigação aos 90 dias após semeadura. Pombal, PB, 2016.

Outra vertente que pode ser seguida, é que o genótipo por apresentar crescimento determinado, concentra suas energias para distribuir seus fotossintatos

para a produção. Assim, pode explicar-se que ao término da fase vegetativa, 54 DAS, houve vantagem, com relação aos demais genótipos, na produção de vagens. Inferindo ainda, que o melhor desempenho do feijoeiro Paulistinha pode estar ligado a fatores genéticos, ou de reduzida taxa de abortamento de flores, visto que o mesmo apresentou capacidade de produzir grande quantidade de vagens, independentemente da lâmina de água aplicada. Para tomar conclusões, seria indicado estudos mais aprofundados.

Almeida et al. (2014) destacam que o número de vagens por planta é um dos principais componentes de produção, apresentando efeitos diretos sobre a produção. Ainda, afirmam que o número de vagens por planta é o componente de rendimento mais provável de ganhos genéticos em ciclos adicionais de seleção de genótipos mais produtivos. Sendo assim, corroborando com tal estudo, verifica-se nas Figuras 4 e 5, que o maior número de vagens foi traduzido em boa produção e consequentemente maior produtividade. Com isso, a produtividade mais expressiva foi obtida no genótipo Paulistinha, sendo o valor estimado na ordem de 3.000 kg ha⁻¹, obtido com a lâmina estimada de 120% da ETr. Este genótipo também pode ser considerado o mais tolerante entre os estudados, já que obteve maior produtividade com lâmina de 40%, com 1.604 Kg ha⁻¹.

Quanto a eficiência do uso da água (EUA) para cada genótipo, nota-se, efeito significativo da interação entre os fatores (Tabela 4), assim como houve efeito isolado dos mesmos, como observado na componente produção.

Tabela 4. Resumo da análise de variância relativo a eficiência no uso da água (EUA) dos genótipos de feijão macassar sob lâminas de irrigação. Pombal – PB, 2016.

FV	GL	Quadrado Médio EUA
Genótipos (G)	3	0,701128**
Lâmina (L)	4	0,116081**
G x L	12	0,126630**
Bloco	3	0,034102
Resíduo	57	0,027542
CV (%)		26,29
Média		0,6312500

CV = coeficiente de variação; **, * e ns = Significativo a 1 e 5% de probabilidade de erro e não significativo pelo teste F, respectivamente; FV = Fonte de variação; GL= Grau de Liberdade.

Na Figura 6 nota-se a especificidade de cada genótipo quanto a sua eficiência no uso da água, embora deva-se salientar que tal parâmetro pode variar em função de condições edafoclimáticas diferenciadas das apresentadas na presente pesquisa.

No genótipo Costela de Vaca verificou-se a maior eficiência no uso da água na aplicação estimada de 74,5% da ETr (252,7mm), com produção de 1,0009 kg.m⁻³, ainda que nesta lâmina, verifica-se uma produtividade de 2452,36 kg.ha⁻¹. Para o Pingo-de-Ouro, se constatou indiferente à quantidade de água aplicada, a diferença entre a lâmina de 40% e 120% da ETr foi de apenas 0,15 kg m⁻³. Já no Paulistinha, notou-se eficiência máxima com a aplicação de 135,7 mm, com massa estimada de 0,97 kg.m⁻³, sendo que sob restrição hídrica (lâmina de 40% da ETr), foi superior aos demais genótipos estudados. Para o genótipo BRS Marataoã o ponto de maior eficiência foi na aplicação estimada de 65,75% da ETr, obtendo a massa de 0,42 kg por metro cúbico aplicado com produtividade de 1406,94 kg ha⁻¹ nesta lâmina.

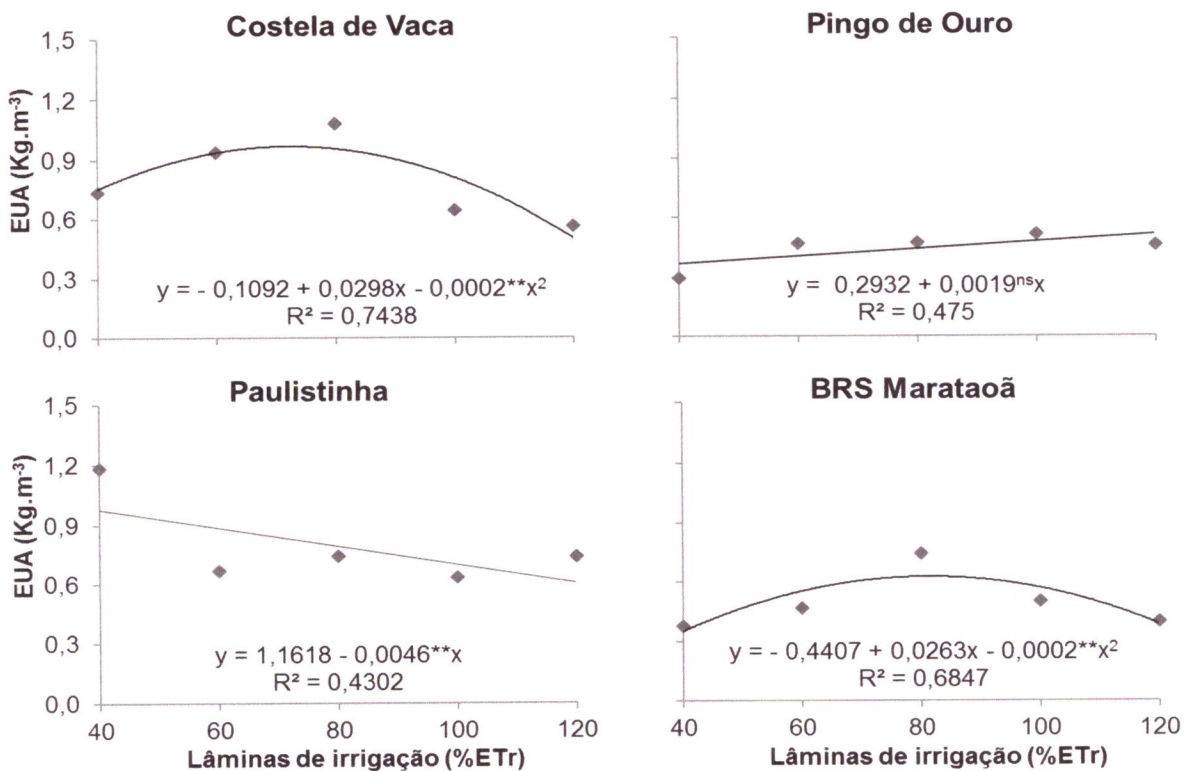


Figura 6 - Eficiência no uso da água (EUA) na produção de genótipos de feijão macassar em função de lâminas de irrigação. Pombal – PB, 2016.

Taiz e Zeiger (2013), afirmam que, quando o estresse hídrico é moderado a eficiência do uso da água pode aumentar, o que pode ser verificado no genótipo Paulistinha que, sob decréscimo de 80% na lâmina de água no solo, teve aumento na EUA na ordem de 51%, isso é importante, visto que segundo Brito et al. (2012), a

simples melhora de 1% na eficiência do uso da água de irrigação significaria uma economia de 200 mil litros de água por agricultor por ha.ano⁻¹. Verifica-se ainda que os genótipos Costela de Vaca e BRS Marataoã apresentaram reduções na eficiência em condições de excesso ou restrição hídrica.

Fica evidente que a maior EUA se deu em lâminas inferiores que a da máxima produtividade na maioria dos genótipos. Isso pode ser explicado pelas perdas de água por percolação ou evapotranspiração, estando ligado, também, ao potencial produtivo dos feijoeiros.

5 CONCLUSÕES

Os genótipos Costela de Vaca e Pingo de Ouro não são indicados para colheita mecanizada;

O BRS Marataoã não alterou as características físicas da vagem em função das lâminas de irrigação, apresentando rendimento aceitável em lâmina de 230,69mm;

O genótipo Costela de Vaca e Paulistinha foram os mais produtivos, apresentando rendimento satisfatório com aplicação 162,84mm;

O genótipo Pingo de Ouro é menos produtivo sob restrição hídrica;

O Paulistinha foi o mais tolerante escassez hídrica, aumentando a eficiência no uso da água no decréscimo da lamina aplicada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012. Ed. Especial. 215 p. Brasília: **ANA**, 2012.

AGROFIT, ministério da agricultura pecuária e abastecimento. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons

ALMEIDA, J. J. G. de; COSTA, F. R. da.; Análise dos impactos socioeconômicos e ambientais da agricultura irrigada no perímetro irrigado de pau dos ferros (RN). **Revista Geografares**, n. 16, p. 22-44, jul. 2014.

ALMEIDA, W. S. De; FERNANDES, F. R. B.; TEÓFILO, E. M.; BERTINI, C. H. C. De M.; Correlation and path analysis in components of grain yield of cowpea genotypes. **Revista ciência agrônômica**, Fortaleza, CE, v. 45, n. 4, p. 726-736, out./dez. 2014.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.de.; SANTOS, A. A. dos.; SOBRINHO, C. A.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B.; VIANA, F. M. P.; Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) / - Teresina: **Embrapa Meio-Norte**, 2002.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; FILHO, J. I.; FERREIRA, J. O. P.; RIBEIRO, V. Q.; BASTOS, E. A.; Cultivares de feijão-caupi submetidas a diferentes regimes hídricos. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 2, p. 187-195, ago. 2014.

ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, v. 59, p. 206-216, 2007.

BELKO N.; ZAMAN-ALLAH M.; CISSE N.; DIOP N. N.; ZOMBRE G.; EHLERS J. D.; AND VADEZ V.; Lower soil moisture threshold for transpiration decline under water deficit correlates with lower canopy conductance and higher transpiration efficiency in drought-tolerant cowpea. **Functional Plant Biology** 39: 306–322, 2012.

BERNARDO S; SOARES AS; MANTOVANI EC. 2008. Manual de irrigação. Viçosa: UFV. 625p.

BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. A. ; LIMA, G. S. ; SÁ, F. V. S. ; ARAUJO, T. T. ; SILVA, E. C. B.; Crescimento e formação de fitomassa do tomateiro sob estresse hídrico nas fases fenológicas. **IRRIGA** (UNESP. CD-ROM), v. 20, p. 139-153, 2015.

BRITO, R. R. de; GOMES, E. R.; LUDWIG, R.; Uso da água na irrigação. In: VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista, 2. São Paulo. Artigo Completo. **ANAP**; v. 8, p. 7 – 7, 2012.

DAMASCENO-SILVA, K. J.; Estatística da produção de feijão-caupi. **Zoonews**, 24 nov, 2009.

DUTRA, A. F.; MELO, A. S. De; FILGUEIRAS, L. M. B.; SILVA, Á. R. Ferreira Da; OLIVEIRA, I. M. De; BRITO, M. E. B.; Parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi cultivado sob deficiência hídrica. **Agrária - revista brasileira de ciências agrárias**, Recife, PE, v. 10, n. 2, p. 189-197, 2015.

EMBRAPA MEIO NORTE; BRS Marataoã cultivar de feijão-caupi com grão sempre-verde; dezembro, Teresina – Piauí, 2004.

FREIRE FILHO, F. R. et al. (Ed.) Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina: **EMBRAPA Meio-Norte**, 2011.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). Feijão caupi: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.191-210, 2005.

FATOKUN, C. A.; BOUKAR, O.; MURANAKA, S. Evaluation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) germplasm lines for tolerance to drought. **Plant Genetic Resources**, [s.l.], Cambridge University Press (CUP). DOI: 10.1017/s1479262112000214. v. 10, n. 03, p.171-176, 9 ago, 2012.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca II. Produtividade e componentes agronômicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 7, p. 481-488, 1996.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**; 2010.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro v.29 n.2 p.1-79. Fevereiro, 2016.

GHEYI, H. R. (Ed.); PAZ, V. P. da S.; MEDEIROS, S. de S.; GALVÃO, C. de O.; RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES SEMIÁRIDAS: ESTUDOS E APLICAÇÕES. Cruz das Almas: **Instituto Nacional do Semiárido**, 2012.

GURGEL, F. de L.; FERREIRA, D. F.; SOARES, A. C. S.; O Coeficiente de Variação como Critério de Avaliação em Experimentos de Milho e Feijão. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Belém, PA, v. 1, 2013.

MACHADO, Cristina De Fátima; TEIXEIRA, Ney Jefferson Pereira; FILHO FREIRE, F. R.; ROCHA, M. de 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-CE, v. 39, n. 1, p. 114-123, mar. 2008.

MONTENEGRO, A.A.A; MONTENEGRO, S.M.G.L. Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. IN: Recursos hídricos em regiões semiáridas / editores, Hans Raj Gheyi, Vital Pedro da Silva Paz, Salomão de Sousa Medeiros, Carlos de Oliveira Galvão - Campina Grande, PB: **Instituto Nacional do Semiárido**, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012, 258P.

MOURA, M. da C. F.; OLIVEIRA, L. C. S. de. Atividade agrícola: produção, impacto e sustentabilidade. **Revista ibero-americana de ciências ambientais**, v.4, n.1, p 6-14, abr. 2013.

NASCIMENTO, S. P. do; BASTOS, E. A.; ARAÚJO, E. C. E.; FILHO FREIRE, F. R.; SILVA, E. M. Da. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, pb, v. 15, n. 8, p. 853–860, jun. 2011.

OLIVEIRA, G. A.; ARAÚJO, W. F.; CRUZ, P. L. S.; SILVA, W. L. M. DA; FERREIRA, G. B.; Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima; **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 4, p. 872-882, out-dez, 2011.

OLIVEIRA S. R. M. de; Densidade populacional do Feijão-Caupi sob níveis de irrigação; tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará; **departamento de engenharia agrícola**, Fortaleza-CE, 2013.

ORCUTT, D.M.; NILSEN, E.T. **Physiology of plants under stress**. New York: John Willey e Sons, 225p.,2000.

PUNGULANI, L.L.M.; MILLNER, J.P.; WILLIAMS, W.M.; Screening cowpea (*Vigna unguiculata*) germplasm for canopy maintenance under water stress; **Agronomy New Zealand**, 42, 2012.

ROCHA, M. de M.; Oliveira, J. T. S.; Freire Filho F. R.; Câmara, J. A. da S.; Ribeiro, V. Q.; Oliveira de, J. A.; Purificação genética e seleção de genótipos de feijão-caupi para a região semi-árida piauiense; Teresina: **Embrapa Meio-Norte**, 2008.

SALGADO, F. H. M.; FIDELIS, R. R.; CARVALHO, G. L.; SANTOS G. R.; CANCELLIER, E. L.; SILVA, G. F. Comportamento de genótipos de feijão, no período da entressafra, no sul do estado de Tocantins. **Biociencia Journal**, Uberlândia-MG, v. 27, n. 1, p. 52-58, Jan./Fev. 2011.

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

SOUSA, M. A.; LIMA, M. D. B.; SILVA, M. V. V.; ANDRADE, J. W. S. Estresse hídrico e profundidade de incorporação do adubo afetando os componentes de rendimento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, p.175-182, 2009.

SOUSA, V. F. de; COÊLHO, E. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; FOLEGATTI, M. V.; FRIZZONE, J. A. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.2, n.2, p 183-188, 2000.

TAGLIAFERRE, CRISTIANO; SANTOS, T. J. ; SANTOS, L. DA C. ; SANTOS NETO, I. J. DOS ; ROCHA, F. A. ; PAULA, ALESSANDRO DE . Características agrônômicas do feijão caupi inoculado em função de lâminas de irrigação e de níveis de nitrogênio. **Revista Ceres**, Viçosa – MG. v. 60, p. 43-52, 2013.

TATAGIBA S. D., NASCIMENTO K. J. T., MORAES G. A. B. K, PELOSO A. DE F. Crescimento e rendimento produtivo do feijoeiro submetido à restrição hídrica. **Engenharia na agricultura**, Viçosa - MG, V.21 N.5, set./out. p. 465-475, 2013.

TEIXEIRA, N. J. P.; MACHADO, C. de F.; FILHO FREIRE, F. R.; ROCHA, M. de M.; GOMES, R. L. F.; Produção, componentes de produção e suas inter-relações em genótipos de feijão-caupi [*vigna unguiculata* (L.) walp.] de porte ereto. **Revista ceres**, Viçosa-MG, p. 374-382, jul./ago. 2007.

VADEZ, V; BERGER, J.D.; WARKENTIN, T; ASSENG S.; RATNAKUMAR P.; RAO KPC.; GAUR P. M.; MUNIER-JOLAIN N.; LARMURE A; VOISIN A. S.; SHARMA H.C.; PANDE S.; SHARMA M.; KRISHNAMURTHY L.; ZAMAN-ALLAH M.;

Adaptation of grain legumes to climatic change: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, 32,31–44. doi:10.1007/s13593-011-0020-6; 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: **Artmed**, 5. Ed.918 p.2013.