

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS– UFAL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS- CECA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

JOSÉ FELIPE BEZERRA DA SILVA

**Estresse Hídrico nos Diferentes Estágios Fenológicos do Feijão-Fava
(*Phaseolus lunatus* L.).**

**RIO LARGO–AL
2019**

JOSÉ FELIPE BEZERRA DA SILVA

**Estresse Hídrico nos Diferentes Estágios Fenológicos do Feijão-Fava
(*Phaseolus lunatus* L.).**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador (a): Prof.^a Dra. Lígia Sampaio Reis.

RIO LARGO-AL

2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal
de Alagoas Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana

S586e Silva, José Felipe Bezerra da

Estresse hídrico nos diferentes estágios fenológicos do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.)/José Felipe Bezerra da Silva.– 2019.
26 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias,
Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2019.

Orientadora: Prof.^a Dra. Lígia Sampaio Reis.

Bibliografia: f.22-25

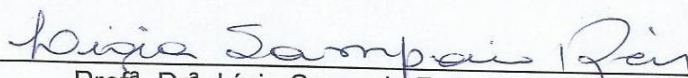
FOLHA DE APROVAÇÃO

JOSÉ FELIPE BEZERRA DA SILVA

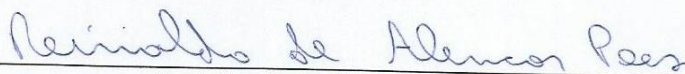
ESTRESSE HÍDRICO NOS DIFERENTES ESTÁGIOS FENOLÓGICOS DO FEIJÃO-FAVA (*Phaseolus lunatus* L.).

Trabalho de Conclusão de
Curso, apresentado à
Coordenação do Curso de
Graduação em Agronomia,
da Universidade Federal de
Alagoas, para obtenção do
Título de Engenheiro
Agrônomo e aprovado dia
29 de Junho de 2019.

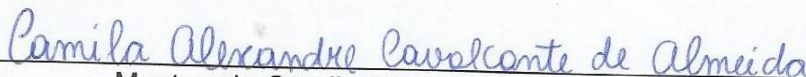
Banca Examinadora:



Prof^{ta}. Dr^a. Lúcia Sampaio Reis (Orientador)



Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes



Mestranda Camila Alexandre Cavalcante de Almeida

Primeiramente a Deus, a meus pais, irmãos e esposa que sempre me deram apoio nessa difícil caminhada que enfrentamos todos os dias.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças todos os dias para enfrentar as dificuldades.

A minha família, pelo apoio.

A minha querida esposa Julyanna Paula pelo incentivo e companheirismo.

Ao CECA/UFAL, pela oportunidade e o conhecimento que me deram.

A professora Ligia Sampaio Reis, por todo o apoio que vem me dando, desde o momento que nos conhecemos.

Ao mestrando Mirandy dos Santos Dias, pelo apoio nas atividades de condução do experimento.

Ao aigo Wesley Oliveira de Assis pela presteza e disponibilidade, sempre me ajudando na realização das atividades pertinentes ao trabalho acadêmico.

A banca, por separarem um tempo em seu dia para avaliar esse presente trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	07
1 INTRODUÇÃO	09
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 A FAVA	11
2.2 DÉFICIT HÍDRICO	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
ANÁLISE DOS PARÂMETROS BIOMÉTRICOS	15
5 CONCLUSÕES	21
REFERÊNCIAS	22

RESUMO

O feijão-fava, *Phaseolus lunatus L.*, é a segunda leguminosa de maior importância do gênero, e devido ao conteúdo proteico, utilizado em pratos, nas mais diferentes culinárias. Destaca-se como uma das culturas da região Nordeste do Brasil, cultivado em regime de sequeiro, com pouco uso de tecnologias, por agricultores familiares, resultando em baixos índices de produtividade. Apesar de ser considerada uma cultura tolerante à seca, pesquisas têm mostrado que a ocorrência de déficit hídrico no feijão-fava, principalmente nas fases de florescimento e enchimento de grãos, pode provocar severas reduções na produtividade. Com isso, o objetivo foi avaliar os efeitos do déficit hídrico sobre o desenvolvimento de duas variedades de feijão-fava em ambiente protegido. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 4, os tratamentos consistiram da combinação de indução do estresse hídrico, sendo estes: (T₁) sem estresse hídrico; (T₂) estresse hídrico na fase de desenvolvimento vegetativo; (T₃) estresse hídrico na fase reprodutiva (T₄) estresse hídrico na fase de maturação, com 4 repetições. Foram utilizadas duas variedades de feijão fava (Olho de velho e Manteiga), obtidas do banco de germoplasma da Universidade Federal de Pernambuco. O déficit hídrico afetou o desenvolvimento do feijão - fava, diminuindo todos os componentes de produção. Entretanto a cultura foi mais sensível ao estresse hídrico na fase reprodutiva.

Palavras chaves: Leguminosa; Irrigação, Sequeiro

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Número de folhas de feijão com déficit hídrico em diferentes fases de crescimento.....	17
Figura 2. Área foliar de feijão com déficit hídrico em diferentes fases de crescimento.....	17
Figura 3. Número de vagens e de Grãos de feijão com déficit hídrico em diferentes fases de crescimento.....	18
Figura 4. Número de Grãos de feijão com déficit hídrico em diferentes fases de crescimento.....	19
Figura 5. Massa fresca da parte aérea.....	20
Figura 6. Massa seca da parte aérea	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química do solo usado no experimento.....	13
Tabela 2. Resumo da Análise de variância para as variáveis: número de folhas, altura da planta, área foliar, massa fresca e seca da parte aérea.....	15
Tabela 3. Medias dos componentes de produção das plantas de feijão- fava, em função do déficit hídrico.....	15
Tabela 4. Teste de médias dos dados relativos às variáveis: Número de folhas (NF), Área foliar (AF), Número de vagens (NV), Número de grãos (NG), Massa fresca da parte aérea (MFPA) e Massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de feijão- fava, em função do déficit hídrico...	16

INTRODUÇÃO

O feijão-fava, *Phaseolus lunatus* L., é a segunda leguminosa de maior importância do gênero, e devido ao conteúdo protéico e paladar característico, é mundialmente utilizado em pratos, nas mais diferentes culinárias, recebendo várias denominações, em função da região cultivada ou forma de utilização na alimentação. É produzido e consumido em diversas partes do mundo, é uma cultura extremamente adaptada ao clima semiárido, possui forte expansão em algumas regiões do Brasil, especialmente na região Nordeste, onde é plantado por pequenos e médios produtores em regime de sequeiro, com pouco uso de tecnologias (MELO et al., 2009).

Mediante a variabilidade climática encontrada, esta espécie é bastante tolerante ao calor (SOTO et al., 2005). Entretanto, quando submetida a sistemas irrigados, responde com significativo aumento na produção (MELO et al., 2009). Além de constituir um alimento rico em proteína vegetal, podendo diminuir a dependência quase que exclusiva dos feijões dos grupos *Phaseolus* e *Vigna* (LOPES et al., 2010), possui relativa importância sócio-econômica, contribuindo como fonte de renda e subsistência para grande parte das populações carentes do nordeste brasileiro (SANTOS et al., 2002).

A sensibilidade do feijão-fava ao déficit hídrico no solo e as incertezas climáticas, principalmente as relacionadas às variações pluviométricas entre anos e locais de cultivo determinam esses baixos índices de rendimento e oscilação da produção anual desta cultura. O déficit hídrico é considerado um dos principais fatores que afetam a produtividade agrícola, pois afeta vários processos durante o desenvolvimento vegetal. Apesar de ser considerada uma cultura tolerante à seca, pesquisas têm mostrado que a ocorrência de déficit hídrico no feijão-fava, principalmente nas fases de florescimento e enchimento de grãos, pode provocar severas reduções na produtividade de grãos (OLIVEIRA et al., 2014). Assim, com o intuito de elucidar questões relativas ao efeito do estresse hídrico no desenvolvimento da cultura do feijão-fava, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência do estresse hídrico nos diferentes estágios fenológicos de duas variedades de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.)

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A FAVA

O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) é a segunda leguminosa de maior importância do gênero *Phaseolus*, ficando atrás somente do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) (SANTOS, 2008). Devido ao conteúdo protéico e paladar característico, é mundialmente utilizado em pratos, nas mais diferentes culinárias e regiões, recebendo várias denominações, em função da região cultivada ou forma de utilização na alimentação (VAZ PATTO, 2015).

A sua importância econômica e social se deve principalmente à sua rusticidade em regiões semi-áridas do nordeste brasileiro, o que possibilita prolongar a colheita em período seco (AZEVEDO et al., 2003).

Para produzir satisfatoriamente, a cultura requer solos do tipo areno-argilosos, férteis, profundos, de boa drenagem e com pH próximo à neutralidade (VIEIRA, 1992). Apresenta ampla adaptabilidade, com boa tolerância à seca e ao excesso de umidade e calor (LYMMAN, 1983), porém comporta-se melhor em climas quentes e úmidos (GUIMARÃES, 2005).

Desenvolve-se melhor numa faixa de temperatura de 15 a 30 °C, enquanto que, a precipitação pluviométrica mensal exigida fica numa faixa compreendida entre 100 a 150 mm, sendo a distribuição uniforme da chuva ao longo do ciclo muito importante (RUFINO et al., 2008).

Quanto ao hábito de crescimento têm-se variedades do tipo indeterminado e determinado (SANTOS et al., 2002). As variedades de crescimento indeterminado são as mais utilizadas pelos produtores (OLIVEIRA et al., 2004) tendo em vista que o desenvolvimento vegetativo prossegue ao longo do ciclo, com a emissão de novos nós e florações e, conseqüentemente tem seu potencial produtivo maior que as de hábito determinado (OLIVEIRA et al., 2011).

Suas folhas apresentam tonalidades mais escuras que outras espécies do mesmo gênero, mesmo depois do amadurecimento das vagens (ZIMMERMANN; TEIXEIRA, 1996; SANTOS et al., 2002). Apresenta caule herbáceo e o seu sistema radicular é semelhante ao de outras espécies do gênero *Phaseolus*, sistema este que é composto por uma raiz principal de onde saem as raízes secundárias, terciárias e outras ramificações.

Segundo Vieira (1996) suas raízes possuem superior desenvolvimento em relação ao feijão comum e tendem a ser mais tuberosas.

As vagens são achatadas, curvas, coriáceas, pontiagudas, de coloração bege quando secas, contendo de 2 a 4 sementes, podendo ser deiscentes (AZEVEDO et al., 2003). Suas sementes são rombóides, redondas ou em forma de rins, com tegumento nas cores preto, vermelho, verde, amarelo, marrom, púrpuro, cinza, róseo, branco, manchado e sarapintado. O peso médio para 100 sementes pode variar de 30 a 300 gramas entre diferentes variedades (VIEIRA, 1992). Apresenta elevada concentração de proteína bruta, baixo teor de gordura, grande quantidade de carboidratos (AZEVEDO et al., 2003) e, quantidades significativas de minerais como o fósforo, o magnésio, o cálcio, o ferro, dentre outros (JUNQUEIRA et al., 2010).

Geralmente é plantado em pequenas propriedades consorciado com milho, mandioca ou mamona; tecnologias rudimentares de produção são utilizadas, com uso de sementes produzidas pelo agricultor, e ausência de estratégias modernas de adubação (GOMES et al., 2015). O plantio é feito por meio de semeadura direta, em covas com espaçamento de 1,00 m x 0,50 m, realizando-se um desbaste quinze dias após a emergência, deixando-se duas plantas por cova (FILGUEIRA, 2000). Apresenta capacidade de adaptação superior ao feijão-comum sendo cultivada em várias regiões do Brasil (SANTOS et al., 2002).

A fava está presente nos hábitos alimentares de diversas culturas. Em sua forma cultivada, a espécie apresenta grande variabilidade no Brasil (SILVA, 2011). A espécie está presente na alimentação de diversas etnias indígenas brasileiras, sendo importante fonte proteica para essas comunidades em períodos de escassez de carne. No entanto, relata-se uma grande erosão genética da cultura nessas comunidades indígenas (ALVES et al., 2012). Apesar de sua importância, a espécie foi relativamente pouco estudada, sobretudo no Brasil. Estudar e catalogar a diversidade dessa espécie é um primeiro passo para facilitar um melhor aproveitamento dessa agrobiodiversidade, seja no melhoramento genético da cultura, na simples facilitação do acesso ao germoplasma por diferentes instituições interessadas em pesquisar a espécie, ou mesmo para o estratégico trabalho de reintrodução de variedades cultivadas que foram perdidas por comunidades tradicionais (MORAES, 2014).

2.2 DÉFICIT HÍDRICO

O feijão-fava se destaca como uma das culturas da região Nordeste do Brasil, cultivado em regime de sequeiro, com pouco uso de tecnologias, por agricultores familiares, resultando em baixos índices de produtividade, e grande oscilação na produção. A sensibilidade do feijão-fava ao déficit hídrico no solo e as incertezas climáticas, principalmente as relacionadas às variações pluviométricas entre anos e locais de cultivo determinam esses baixos índices de rendimento e oscilação da produção anual desta cultura.

Visivelmente, como ocorre a outras espécies botânicas, o déficit hídrico pode afetar o desenvolvimento da cultura, principalmente quando se dá em mais de uma fase do desenvolvimento da planta (OLIVEIRA et al., 2014). Taiz e Zeiger (2013) reforçam que a prática da irrigação de culturas reflete o fato de que a água é um recurso-chave que limita a produtividade agrícola. Levando em consideração que durante períodos de seca, as plantas sofrem déficits hídricos que levam à inibição do crescimento e da fotossíntese.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do laboratório de irrigação e drenagem do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, na cidade de Rio Largo - AL. As coordenadas geográficas de referência são 09°27'57,3"S e 35°49'57,4"W, em uma altitude média de 127 m acima do nível do mar. O clima, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo As, tropical chuvoso, com verões secos.

Antes do plantio, foi realizada a análise química do solo no Laboratório da Central Analítica LTDA, conforme mostra a Tabela 1. Para correção da acidez do solo foi utilizado o calcário agrícola FILLER, com poder relativo de neutralização total (PRNT) de 90%, mediante a aplicação de 60 g de CaCO₃ por vaso, visando elevar a saturação por bases de 24,1 para 80% valor recomendado pelo Instituto Agrônomo Campinas (IAC) para a cultura do feijão- fava.

A adubação de plantio foi realizada nos vasos, utilizando-se insumos simples de forma a aplicar 68 kg/ha de uréia e 110 kg/ha de superfosfato simples, conforme a análise de solo.

Tabela 1. Caracterização química do solo usado no experimento, CECA- UFAL.

pH	Na	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	S.B.	t	CTC
pH	Sódio	Fósforo	Potássio	Ca + Mg	Cálcio	Magnésio	Alumínio	Ac. Potencial	Soma Bases	CTC efetiva	Cap.Troca Cat.
	ppm	ppm	ppm	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml
5,1	36	38	103	1,9	1,0	0,9	0,41	7,3	2,3	2,73	9,62
V	m	Na/CTC	K/CTC	M.O.	Fe	Cu	Zn	Mn			
Sat.Bases	Sat. Al	Na na CTC	K na CTC	Mat. Org.	Ferro	Cobre	Zinco	Manganês			
%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm			
24,1	15,0	1,6	2,7	3,21	383,40	1,03	2,11	10,38			

Métodos de extração: pH: Água; Na,P,K,Fe,Cu,Zn,Mn: Mehlich; Ca,Mg,Al: KCl; H+Al: Tampão SMP; M.O.: S. Sulfurosa.

Fonte: Laboratório de Análise Central Analítica Ltda

O plantio foi realizado no dia 10 de janeiro de 2018, onde foram utilizadas duas variedades de feijão fava (Olho de velho e Manteiga), obtidas do banco de germoplasma da Universidade Federal de Pernambuco. As Sementes foram semeadas em vasos, a uma profundidade de aproximadamente 3 - 4 centímetros, com 30 cm de diâmetro por 26 cm de altura, contendo 9,0 litros de solo com 3 sementes por vaso, efetuado o desbaste com 10 dias após o plantio (DAP), deixando apenas duas plantas por vaso.

O início do experimento caracterizou-se por elevar os vasos à capacidade de campo; para isto, saturaram-se os vasos com água, envolvendo-os individualmente com

plástico, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem (GERVÁSIO, 2000). Cessada a drenagem (aproximadamente três dias) retiraram-se os plásticos, e logo após os vasos foram pesados em balança digital, obtendo-se, assim, o peso-controle, correspondente à capacidade de campo. A cada quinze dias corrigiu-se o peso-controle (acréscimo de 100 g) para compensar o desenvolvimento da planta. As lâminas de água aplicadas nas parcelas em déficit corresponderam à metade da lâmina média aplicada no tratamento sem déficit.

Até o décimo nono dia, todas as parcelas foram irrigadas para proporcionar o desenvolvimento inicial da planta. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente conforme a necessidade.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 4 com quatro repetições cujos tratamentos foram: (T₁) sem estresse hídrico. (T₂) Estresse hídrico do 20º ao 40º DAP - Fase de desenvolvimento vegetativo; (T₃) estresse hídrico do 41º ao 60º DAP- Fase Reprodutiva; (T₄) estresse hídrico do 61º ao 100º DAP - Fase de maturação.

Foram avaliados os seguintes índices de crescimentos: Número de folhas (NF), Número de grãos (NG), Número de vagens (NV), área foliar (AF- cm²), massa seca da parte aérea (MSPA-g) e massa fresca da parte aérea (MFPA- g). Para obtenção da matéria fresca da parte aérea as plantas foram pesadas em balança digital. Após a pesagem foram colocadas em sacos de papel, identificadas e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C constante, durante 72 horas. Após este período, as amostras foram pesadas para a determinação da massa seca. O comprimento do ramo principal foi determinado a partir de uma fita métrica expressa em metros. A área foliar foi determinada usando o método das dimensões lineares, proposto por Oliveira (1977), Segundo o qual, a área foliar, em plantas do feijoeiro, pode ser estimada pela multiplicação das medidas do comprimento e da largura dos folíolos multiplicado por um fator de correção equação:

$$AF= K(C*L)$$

Sendo: K=0,703 (fator de correção);

C= Comprimento do folíolo;

L= largura máxima do folíolo.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, análise de regressão e teste de Tukey para a comparação de médias, com o auxílio do programa estatístico ASISTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise de variância, verifica-se que não houve efeito significativo para a interação entre os fatores variedades e estresse hídrico em todos os componentes de produção da cultura do feijão-fava (Tabela 2).

Para a fonte de variação variedades houve diferença significativa a nível de 1 e 5 % de probabilidade para a área foliar e massa fresca da parte aérea da planta, respectivamente. Observa-se ainda que houve diferença significativa a nível de 1 % de probabilidade para os estresses hídricos (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da Análise de variância para as variáveis: número de folhas, altura da planta, área foliar, massa fresca e seca da parte aérea.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QM					
		NF	AF	NV	NG	MFPA	MSPA
Variedades (I)	1	185,28ns	1006780,50**	84,50ns	69,03ns	1816,23*	4,50ns
Estresses (II)	3	1005,19**	564889,70**	235,70**	906,28**	18597,95**	817,33**
Interação (I x II)	3	35,11ns	161273,08ns	44,58ns	209,53ns	56,51ns	12,83ns
Tratamentos	7	472,31ns	455038,41**	132,196**	488,06*	8254,23**	356,42**
Resíduo	24	209,57	93053,41	23,77	157,53	326,50	59,12
Total	31	-	-	-	-	-	-
C.V.%	-	17,76	24,11	31,33	36,22	8,17	15,85

*, **-Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

As comparações das médias dos dados relativos às variáveis: Número de folhas (NF), Área foliar (AF), Número de vagens (NV), Número de grãos (NG), Massa fresca da parte aérea (MFPA) e Massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de feijão- fava, em função do déficit hídrico, encontram-se nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Medias dos componentes de produção das plantas de feijão- fava, em função do déficit hídrico.

VARIEDADES	NF	AF	NV	NG	MFPA	MSPA
VAR1	83,93 a	1442,56 a	13,93 a	33,18 a	228,66 a	48,12 a
VAR2	79,12 a	1087,81 b	17,18 a	36,12 a	213,59 b	48,87 a

*, **-Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste T. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Teste de médias dos dados relativos às variáveis: Número de folhas (NF), Área foliar (AF), Número de vagens (NV), Número de grãos (NG), Massa fresca da parte aérea (MFPA) e Massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de feijão- fava, em função do déficit hídrico.

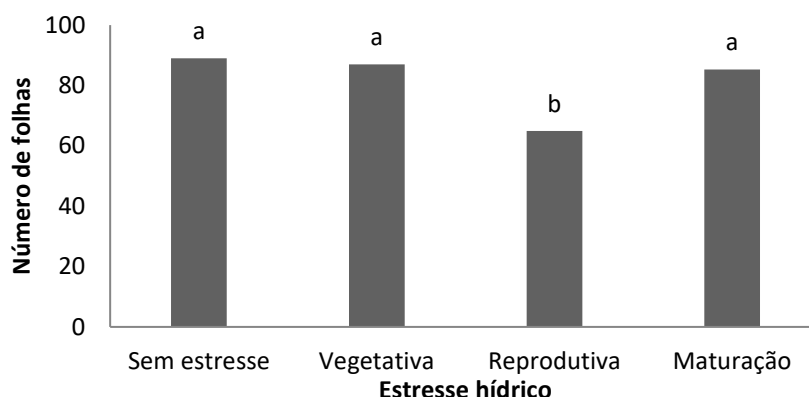
Trat.	Déficit Hídrico	NF	AF	NV	NG	MFPA	MSPA
T1	Irrigação plena	89,00 a	1495,25 a	18,25 a	42,75 a	253,12 a	52,00 a
T2	F. Vegetativo	87,00 a	1372,12 a	15,87 a	37,87 a	250,97 a	53,00 a
T3	F. Reprodutiva	64,88 b	883,75 b	7,87 b	19,00 b	150,53 b	33,50 b
T4	F. Maturação	85,25 a	1309,62 a	20,25 a	39,00 a	229,87 a	55,50 a

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 0,05 de probabilidade

Verifica-se que a variedade 1 não diferiu da variedade 2 nas variáveis número de folhas, número de vagens, número de grãos e na massa seca da parte aérea. Diferindo apenas na área foliar e na massa fresca da parte aérea. De acordo com Taiz e Zeiger (2013), mesmo a massa úmida, apresentando médias estatisticamente diferentes entre os tratamentos a melhor forma de se avaliar o crescimento de uma planta é a massa seca, pois a massa úmida é um parâmetro muito sensível às oscilações hídricas, uma vez que a maior parte dos vegetais é formada por água, importante para o fornecimento de hidrogênio responsável pela produção de matéria orgânica.

Observa-se que o número de folhas não foi afetado no tratamento com déficit hídrico na fase reprodutiva, apresentando 64,87 folhas (Figura 1). No entanto, no tratamento com déficit na fase de desenvolvimento vegetativo apresentou 87 folhas, mostrando que as plantas de feijão-fava conseguiram emitir novas folhas após o déficit hídrico. Isso pode ser explicado porque quando a planta passa por déficit hídrico e em seguida ocorre uma reidratação, recuperando-se do estresse, o que indica que a planta catalisou a transferência de elétrons para H_2O_2 formando $2H_2O$, mantendo assim a integridade da membrana (ZOZ et al., 2013).

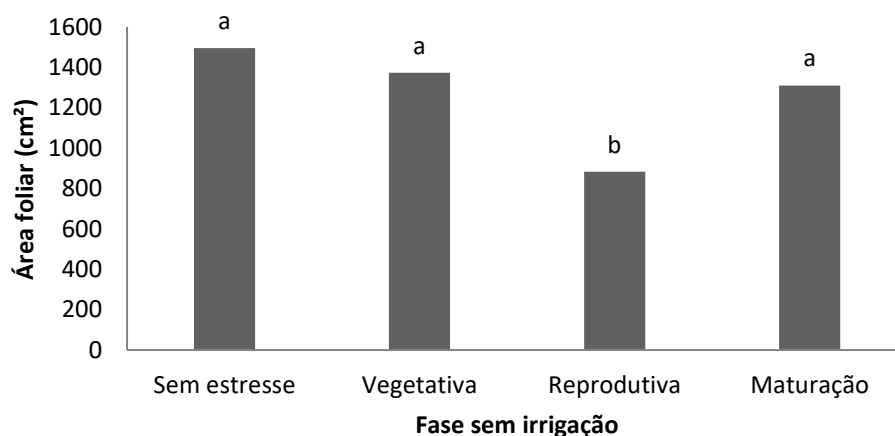
Figura 1- Número de folhas de feijão com déficit hídrico em diferentes fases de crescimento.



Houve redução significativa para a o componente área foliar do tratamento que sofreu déficit na fase de floração equivalente a 40,89% em relação ao tratamento com irrigação plena durante todo o ciclo da cultura, conforme Figura 2. Verifica-se ainda que o tratamento que sofreu estresse na fase de desenvolvimento vegetativo (1372,12 cm²) e maturação (1309,62 cm²) não diferiram estatisticamente do tratamento que não sofreu estresse (1495,25 cm²).

A redução da área foliar em plantas sob déficit hídrico pode se traduzir numa estratégia de sobrevivência, com o intuito de diminuir a área disponível à transpiração (CORREIA e NOGUEIRA, 2004). Para vários autores, entre os quais estão Taiz e Zeiger (2013), quando as plantas são submetidas a restrições hídricas reduzem a turgescência e a expansão celular, o que ocasiona redução no alongamento do caule e na expansão foliar.

Figura 2- Área foliar de feijão com déficit hídrico em diferentes fases de crescimento



Tal redução constitui um mecanismo morfológico de defesa, pois a redução da interface entre a planta e a atmosfera reduz a transpiração, o que é positivo, porém também reduz a assimilação fotossintética, o que é negativo para a produção. Com área foliar menor, há diminuição na transpiração, conservando água no solo por período mais longo (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Os componentes NV e NG foram afetados pelo déficit hídrico na fase reprodutiva, apresentando 7,17 vagens e 19 grãos por planta (Figuras 3 e 4). Mostrando que a falta de água na fase reprodutiva influi notadamente no número de vagens e grãos por plantas, tendo em vista que um nível adequado de água no solo induz uma ótima floração e formação de vagens e enchimento de grãos. De acordo com Leite et al. (2000) este comportamento pode ser explicado como um dos mecanismos de resistência à seca, utilizado pela cultura, no sentido de buscar melhores condições para superar o déficit hídrico, produzindo menor quantidade de folhas, vagens e consequentemente no número de grãos.

Figura 3- Número de vagens de feijão com déficit hídrico em diferentes fases de crescimento

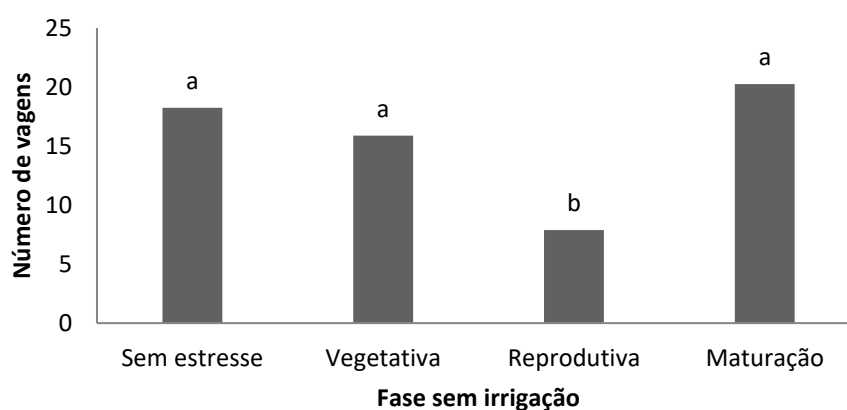
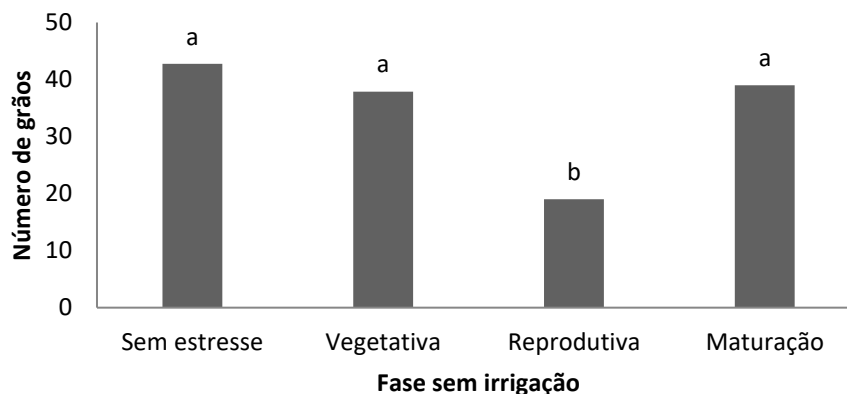


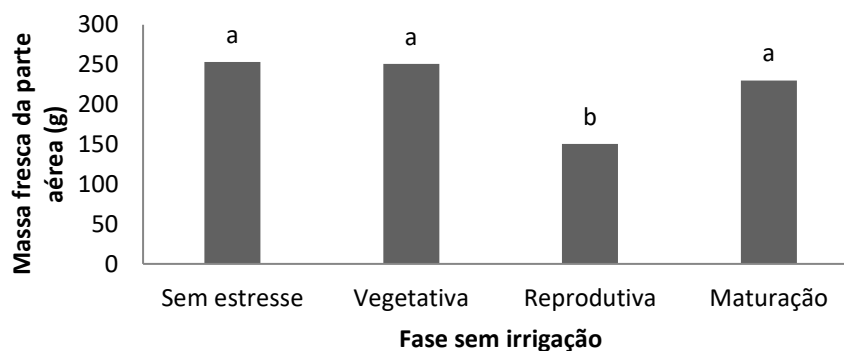
Figura 4- Número de Grãos de feijão com déficit hídrico em diferentes fases de crescimento



Por sua vez, Nascimento et al. (2004), ao avaliarem o efeito da variação dos níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e a produção de feijão caupi, também observaram que o número de vagens por planta diminuiu com o aumento da restrição hídrica. Sousa et al. (2009), o efeito do estresse hídrico causa reduções nos componentes de produção e é mais severo quando ocorre nas fases de floração e frutificação, ou seja, na fase reprodutiva, corroborando com os resultados do presente trabalho.

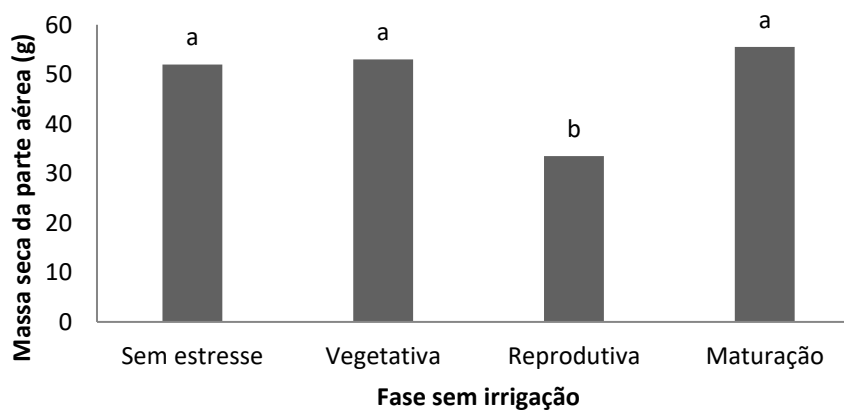
Conforme Figura 5 em relação à MFPA e MSPA (Figura 6), mostrando que o déficit hídrico na fase reprodutiva da cultura diferiu dos demais tratamentos (T1, T2 e T3), apresentando redução na MFPA e MSPA equivalente a 40,64 e 35,57% quando comparado ao tratamento com irrigação plena. De acordo com Taiz e Zeiger (2013), melhor forma de se avaliar o crescimento de uma planta é a massa seca, pois a massa úmida é um parâmetro muito sensível às oscilações hídricas, uma vez que a maior parte dos vegetais é formada por água, importante para o fornecimento de hidrogênio responsável pela produção de matéria orgânica.

Figura 5- Massa Fresca da parte aérea.



O teor de massa seca da parte aérea pode ser considerado um indicador de produtividade, pois com o estresse hídrico, a planta fecha os estômatos para manter o potencial de água na folha, assim reduz a assimilação de CO_2 e, por conseguinte os fotoassimilados, e dessa forma os teores de massa seca da planta, bem como o crescimento e a produtividade podem ser reduzidos (OLIVEIRA et al., 2005).

Figura 6- Massa Seca da parte aérea.



CONCLUSÕES

O déficit hídrico afetou o desenvolvimento do feijão - fava, diminuindo todos os componentes de produção. Confirmando que o estresse hídrico causa sérios prejuízos ao desenvolvimento da planta. Entretanto a cultura foi mais sensível ao estresse hídrico na fase reprodutiva, na qual há um aporte maior de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. L. M. D.; SILVA, S.; DIAS, T. A. B.; VIEIRA, R. da C.; BURLE, M. L. Aspectos etnobotânicos, multiplicação e caracterização de germoplasma de fava (*Phaseolus lunatus* L.) da comunidade indígena Krahô. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. Anais... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012.

ALVES, U. A. et al. Lima beans production and economic revenue as function of organic and mineral fertilization. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 2, p. 251-254, 2008.

AZEVEDO, J. N.; FRANCO, L. J. D. ARAÚJO, R. O. C. Composição química de sete variedades de feijão-fava. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2003. 4 p. (Comunicado Técnico).

CORREIA, K. G.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Belo Horizonte, v.4, n.2, 2004.

GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. de. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 125-128, 2000.

KOPPEN, W. P. Geographischa system der climate. In: KOPPEN, W.P. (Org.); GEIGER, R. O. R. W. G. (Colaborador). *Handbuch der Klimatologie*. Gebr, borntraeger, p. 1-44, 1936.

Leite, M. L.; Rodrigues, J. D.; Virgens Filho, J. S. Efeitos do déficit hídrico sobre a cultura do caupi, cv. EMAPA-821. III - Produção. **Revista de Agricultura**, v.75, n. 1, p. 9-20, 2000.

LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; SILVA, R. N. O.; COSTA, E. M. R.; SOUSA, I. F.S.; SANTOS, J. O.; SOUSA, T. H. P.; SILVA, K. J. D. Diversidade Genética. In:

ARAÚJO, A. S. F. de.; LOPES, A. C. de. A.; GOMES, R. L. F. (Org.). A cultura do feijão-fava na Região Meio-Norte do Brasil. 1ª ed. Teresina: EDUFPI, 2010, v. 1, p. 45-72.

MAQUET, A.; VEKEMANS, X.Z.; BAUDOIN, J.P. Phylogenetic study on wild allies of lima bean, *Phaseolus lunatus* L. (Fabaceae), and implications on its origin. **Plant Systematics and Evolution**, v.218, n.1-2, p.43-54, 1999.

MELO, L. J. V. de; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. H.; BARREIRO NETO, M.; FRANCO, C. F. de O. Crescimento e produção de fava em função de lâminas de irrigação e densidade de plantio. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, v. 3, n. 2, p. 37-41, 2009.

MORAES, C. de; DILLY, J. L.; DIAS, T.; BURLE, M. L. Catálogo de variedades de fava (*Phaseolus lunatus* L.) do banco ativo de germoplasma da Embrapa. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 3., 2014, Santos. Anais... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2014. Resumo. 505.

Nascimento, J. T.; Pedrosa, M. B.; Tavares Sobrinho, J. Efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção do feijão caupi, vagens e grãos verdes. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 174-177, 2004.

OLIVEIRA, A. D.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em Feijão. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 25, p. 86- 95, 2005.

OLIVEIRA, A. E. S.; SIMEÃO, M.; MOUSINHO, F. E. P.; GOMES, R. L. F. Desenvolvimento do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) sob déficit hídrico cultivado em ambiente protegido. **Holos**, Natal, v. 1, p. 143-151, 2014.

OLIVEIRA, A. E. S.; SIMEÃO, M.; MOUSINHO, F. E. P.; GOMES, R. L. F. Desenvolvimento do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) sob déficit hídrico cultivado em

ambiente protegido. *HOLOS*, v. 1, p. 143-151, 2014.

OLIVEIRA, A. P. et al. Produção de feijão-fava em função do uso de doses de fósforo em um Neossolo Regolítico. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 3, p. 543-546, 2004.

OLIVEIRA, J. P. 1977. Método não destrutivo para determinação da área foliar do feijoeiro caupi, *vigna sinensis* (L) savi, cultivado Em casa de vegetação. **Ciência Agrônômica**, v.7, n.12,p.53-57.

PEGADO, C. M. A. et al. Decomposição superficial e subsuperficial de folhas de fava (*Phaseolus lunatus*L.) na região do Brejo da Paraíba, Brasil. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 218-223, 2008.

SANTOS, D.; CORLETT, F. M. F.; MENDES, J. E. M. F.; WANDERLEY JÚNIOR, J. S. A. Produtividade e morfologia de vagens e sementes de variedades de fava no Estado da Paraíba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 10, p. 1407-1412, 2002.

SANTOS, J. O. Divergência genética em feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008. 97 p. Dissertação, Teresina, 2008.

SILVA, R. N. O. **Diversidade genética em feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) por marcadores morfoagronômicos e moleculares**. 2011. 175 f. il. Dissertação (Mestrado em Genética e melhoramento) - Universidade Federal do Piauí, Teresina. Orientadora: Ângela Celis de Almeida Lopes, CCN/UFPI; co-orientadoras: Marília Lobo Burle, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e Regina Lucia Ferreira Gomes, CCA/UFPI.

SOTO, J. L. L., CORRAL, J. A. R., GONZÁLEZ, J. J. S.; ILDEFONSO, R. L. Adaptación Climática de 25 Especies de Frijol Silvestre (*Phaseolus spp.*) en la República Mexicana. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 28, n. 3, p. 211-230, 2005.

SOUSA, M.A. et al. Estresse hídrico e profundidade de incorporação do adubo afetando os componentes de rendimento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária.Tropical**, v.39, p.175-182, 2009.

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

TRANI, P. J.; PASSOS, F. A.; PEREIRA, J. E.; SEMIS, J. B. **Calagem e adubação do feijão-vagem, feijão-fava (ou fava-italiana), feijão-de-lima e ervilha torta (ou ervilha-de-vagem)**, Campinas (SP), junho de 2015.

VAZ PATTO, M. C., AMAROWICZ, R., ARYEE, A. N., BOYE, J. I., CHUNG, H. J., MARTÍN- CABREJAS, M. A., et al. Achievements and challenges in improving the nutritional quality of food legumes. *Critical Reviews in Plant Science*. V.34, p. 105–143, 2015.

VIEIRA, R.F. A cultura do feijão-fava. **Informe Agropecuário**, v.16, n.174, p.30-37, 1992.

ZOZ, T.; STEINER, F.; GUIMARÃES, V. F.; CASTAGNARA, D. D.; MEINERZ, C. C.; FEY, R. Peroxidase activity as an indicator of water deficit tolerance in soybean cultivars. **Bioscience Journal**, v. 29, p. 1664-1671, 2013.