



EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE FEIJÃO DE CORDA

Ana Josicleide Maia¹, Pedro Silvino Pereira², Desirée Gonzaga da Frota Rocha³,
Francisco José Fernandes Távora⁴, Luiz Marivando Barros⁵

1. Professora Chefe do Departamento de Matemática Pura e Aplicada – DEMPA - URCA
2. Professor do Curso de Especialização em Ensino de Biologia e Química – URCA (Pedro.silvino@gmail.com)
3. Mestranda da Universidade Federal do Ceará – UFC
4. Eng. Agrônomo, Ph.D., Prof. do Dep. de Fitotecnia, CCA/UFC, CE,
5. Professor do Departamento de Biologia – URCA

Recebido em: 30/09/2013 – Aprovado em: 08/11/2013 – Publicado em: 01/12/2013

RESUMO

O estudo da deficiência hídrica tem merecido especial atenção por parte dos fisiologistas e agrônomos, devido a sua importância no crescimento e produção das plantas superiores. O feijão de corda ou feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), é uma leguminosa comestível, dotada de alto conteúdo protéico, presente nas regiões tropicais e subtropicais e amplamente distribuída no mundo. A pesquisa constou de três experimentos conduzidos em casa-de-vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici. Foram utilizadas três genótipos de feijão-de-corda, dois de hábito de crescimento indeterminado, o Seridó (CE-001) e o Epace-10 (CE-873) e um de hábito de crescimento determinado TVU-4552 (CE-926). As plantas, em cada experimento foram submetidas à dois regimes hídricos, a saber: controle, com irrigações diárias, e estresse. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial com três genótipos e dois regimes hídricos com três repetições para cada experimento. O número de folhas (NF) não sofreu alterações significativas quando as plantas foram submetidas aos primeiros 15 dias de estresse hídrico. A matéria seca da parte aérea (MSPA) não apresentou modificações significativas quando as plantas foram submetidas a 15 dias de estresse hídrico. A matéria seca da raiz (MSR) não foi afetada significativamente nos primeiros 15 dias de estresse hídrico. A deficiência hídrica não afetou a relação matéria seca raiz / matéria seca total (MSR / MST) dos genótipos estudados nos primeiros 15 dias de estresse. Houve uma significativa variação nos resultados quando submetidas a 30 e 45 dias.

PALAVRAS-CHAVE: Feijão macassar, leguminosa, estresse hídrico.

EFFECT OF WATER STRESS ON GROWTH OF PLANTS OF STRING BEAN

ABSTRACT

The study of water deficiency has received special attention from physiologists and agronomists, due to its importance in the growth and production of higher plants. The string bean and cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) is an edible legume, endowed

with high protein content, present in tropical and subtropical regions and distributed widely in the world. The study consisted of three experiments conducted in a greenhouse in Center for Agricultural Sciences, Federal University of Ceará, Campus do Pici. We used three genotypes-of-string, two indeterminate growth habit, the Seridó (CE-001) and Epace-10 (CE-873) and a determinate growth habit TVU-4552 (CE-926). The plants in each experiment were subjected to two water regimes, namely: control, with daily irrigation, and stress. We used a randomized block design in a factorial design with three genotypes and two water regimes with three replicates for each experiment. The number of leaves (NL) did not change significantly when plants were subjected to the first 15 days of water stress. The dry matter (SDM) showed no significant changes when plants were subjected to 15 days of water stress. The root dry matter (RDM) was not affected significantly in the first 15 days of water stress. Water stress did not affect root dry matter weight / total dry matter (RDM / TDM) genotypes for the first 15 days of stress. There was a significant variation in results when subjected to 30 and 45 days.

KEYWORDS: macassar bean, legume, water stress.

INTRODUÇÃO

O estudo da deficiência hídrica tem merecido especial atenção por parte dos fisiologistas e agrônomos, devido a sua importância no crescimento e produção das plantas superiores (SOUZA et al., 1983, PAULUS et al., 2010).

A região do Nordeste do Brasil por apresentar clima semiárido, precipitações pluviais pequenas e mal distribuídas e altas taxas de evaporação, está grandemente sujeita ao fenômeno da seca. Sob o ponto de vista agrícola, a seca reduz a disponibilidade de água no solo e, por conseguinte, se manifesta pelo déficit hídrico nos tecidos vegetais, afetando o desenvolvimento das culturas (SILVA et al., 2012).

O nível de deficiência hídrica que reduz o crescimento difere entre espécies e dentro da espécie, dependendo do genótipo, uma vez que as características de crescimento e desenvolvimento podem ser diferentes. Por outro lado, a capacidade de recuperação da planta depende da velocidade e da intensidade do estresse imposto (CATUCHI, 2012).

O feijão de corda ou feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), é uma leguminosa comestível, dotada de alto conteúdo protéico, presente nas regiões tropicais e subtropicais e amplamente distribuídos no mundo. No Brasil é cultivada nas regiões Norte e Nordeste por pequenos produtores, principalmente em cultivo de subsistência (BEZERRA et al., 2010). Essa cultura desempenha um papel fundamental na economia agrícola nordestina, constituindo-se em elemento básico na alimentação das populações mais carentes, suprimindo principalmente suas necessidades de proteína vegetal (TORRES et. al., 2008).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo estudar o crescimento de três genótipos de feijão de corda submetidos à deficiência hídrica na fase vegetativa.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da

Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, em casa de vegetação. A área experimental está situada no município de Fortaleza, (3° 44' de latitude sul; 38° 33' de longitude a oeste altitude 19,5 metros). O clima na região é semiárido, com temperatura média de 26,6° C, e uma precipitação média de aproximadamente 1.642,3 mm (DNMET, 1992).

Foram utilizados três genótipos de feijão de corda, dois de hábito de crescimento indeterminado, o Seridó (CE-001) e o Epace-10 (CE-873), e um de hábito de crescimento determinado TVU-4552 (CE-926). Estes genótipos foram obtidos do Banco de Germoplasma de Feijão-de-corda - CCA/UFC.

A parcela experimental foi constituída por tubos de PVC com 0,15 m de diâmetro e 1,00 m de profundidade, contendo substrato solo de textura franco-arenosa, previamente esterilizado com duas pastilhas de gastoxim (fosfeto de alumínio) por tubo. A análise do solo utilizado nos experimentos apresentou: $Ca^{++} + Mg^{++} = 3,40 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, $Ca^{++} = 2,20 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, $Mg^{++} = 1,20 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, $Na^{+} = 18 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$, $P^{+} = 22 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$ e $K^{+} = 21 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$, e pH = 7,2. Foi realizada a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio, tendo como fontes: uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio na proporção de 20-30-30, correspondendo a 0,40-0,67-0,45 g.vaso⁻¹, respectivamente.

Foram semeadas cinco sementes em cada vaso para dez dias após o plantio realizar-se o desbaste deixando-se uma planta por vaso. As plantas, em cada experimento foram submetidas à dois regimes hídricos, a saber: controle, com irrigações diárias, e estresse, onde a irrigação foi suspensa à partir do décimo dia após o plantio até a colheita que ocorreu com 15, 30 e 45 dias após o início da aplicação do estresse. No ensaio de 45 dias de estresse as plantas foram reidratadas, até atingir a capacidade de campo, com 30 dias de estresse para evitar que atingissem o ponto de murcha permanente.

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial com três genótipos e dois regimes hídricos com três repetições.

Ao final do período de estresse determinou-se os seguintes parâmetros biométricos e alométricos:

Área foliar: Determinada por meio do método da quadrícula (TÁVORA, et al., 1982). Ainda por ocasião da coleta destes dados, contou-se o número de folhas por planta. O total de plantas foram de 20 por bloco.

Peso de matéria seca de parte aérea: O peso da matéria seca da parte aérea (MSPA) foi determinado utilizando-se a parte aérea da planta a partir do coleto. Foram colocadas em estufa a 75°C até obtenção do peso seco.

Para a avaliação do crescimento das plantas foram determinadas as taxas de crescimento relativo da matéria seca da parte aérea (TCRPA), da raiz (TCRR) e total (TCRT), entre os períodos 15 e 30 e 30 e 45 dias após o início do estresse. As taxas de crescimento relativo foram calculadas através do uso da seguinte fórmula (RADFORD, 1967; BENINCASA, 1986):

$$TCR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{(t_2 - t_1)}$$

Onde ln é o logaritmo neperiano dos pesos da matéria seca W_1 e W_2 nos tempos t_1 e t_2 .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Número de folhas, Área foliar e Área foliar específica:

O número de folhas (NF) não sofreu alterações quando as plantas foram submetidas aos primeiros 15 dias de estresse hídrico. Com a continuidade do estresse foram constatadas reduções dessa variável nas plantas submetidas a 30 e 45 dias de deficiência hídrica (Tabelas 1). Os genótipos não diferiram entre si com 30 dias de deficiência. Com 45 dias de deficiência hídrica, os genótipos diferiram entre si com relação a essa variável. O genótipo Epace-10, que apresentou o maior número de folhas por planta sem estresse hídrico, sofreu a maior redução (em torno de 76%) quando o estresse foi imposto. Por sua vez, o genótipo TVU-4552 com o menor número de folhas por planta sofreu a menor redução quando submetida ao estresse (50 %). Esses resultados explicam a interação significativa entre genótipo x regime hídrico constatada aos 45 dias após a colheita. Desta forma, a ampliação do período de estresse determina maiores perdas no número de folhas nos genótipos que apresentaram maiores valores para essa variável em condições normais de disponibilidade hídrica.

TABELA 1. Número de folhas planta⁻¹ de três genótipos de feijão-de-corda submetidos a 15, 30 e 45 dias de estresse hídrico na fase vegetativa.

Genótipos	15 dias			
	Controle	Seco	Média	100S/C
TVU-4552	3,00	2,33	2,67	77,6
Seridó	3,67	2,67	3,17	72,7
Epace-10	3,33	2,67	3,00	80,2
Média	3,33	2,56	-	76,9
30 dias				
TVU-4552	9,33	5,00	7,17	53,6
Seridó	9,67	5,00	7,33	51,7
Epace-10	13,00	4,67	8,83	35,9
Média	10,67 a	4,89 b	-	45,8
45 dias				
TVU-4552	12,00 a C	6,00 b A	9,00	50,0
Seridó	19,33 a B	6,33 b A	12,83	32,7
Epace-10	29,00 a A	7,00 b A	18,00	24,1
Média	20,11	6,44	-	32,0

* Médias seguidas da mesma letra minúscula, em linhas, e letras maiúsculas, em colunas, não diferem significativamente, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A área foliar (AF) não foi afetada pela deficiência hídrica nos primeiros 15 dias de estresse. À medida que o período de déficit hídrico foi ampliado, aumentando a severidade do estresse (30 e 45 dias), as reduções tornaram-se significativas. Em média, os genótipos apresentaram reduções na AF de 70% e 75%, respectivamente, quando submetidos a 30 e 45 dias de estresse. Vale destacar que essas reduções foram maiores do que as obtidas para NF. Tal resultado pode ser devido ao fato que o alongamento celular ser mais sensível a deficiência hídrica que a divisão celular (HSIAO, 1973).

Ao contrário do que foi obtido com relação ao NF, a AF por planta não diferiu

entre os genótipos. A interação genótipo x regime hídrico não apresentou diferenças significativas nos três experimentos, indicando haver comportamento semelhante dos genótipos em cada regime hídrico com a progressão do período de estresse (Tabela 2).

Segundo SÁ SOBRINHO (1988), a AF depende grandemente do NF. No entanto, é bastante influenciada pela taxa de alongamento celular, enquanto o número de folhas em si depende de processos de diferenciação e divisão celular.

TÁVORA & MELO (1991) em estudos com a cultura do amendoim submetida a deficiência hídrica, constataram que a redução no número de folhas por planta contribuiu para a queda da área foliar total do que a própria redução na área foliar unitária. RESENDE et al. (1981) observaram reduções na taxa de expansão foliar de plantas de feijão submetidas a estresse hídrico, em comparação a de plantas irrigadas. Resultados semelhantes foram ainda encontrados por COSTA et al. (1995) e TURK & HALL (1980) para o feijão de corda; COSTA et al. (2001) e PIMENTEL & PEREZ (2000) para o feijoeiro; e FARAH (1981) para fava.

TABELA 2. Área foliar ($\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$) de três genótipos de feijão-de-corda submetidos a 15, 30 e 45 dias de estresse hídrico na fase vegetativa.

Genótipos	15 dias			
	Controle	Seco	Média	100S/C
TVU-4552	220,00	202,67	211,33	92,1
Seridó	298,67	185,33	242,00	62,0
Epace-10	196,00	180,00	188,00	91,8
Média	238,22	189,33	-	79,5
30 dias				
TVU-4552	1.325,33	413,33	869,33	31,2
Seridó	1.664,00	516,00	1.090,00	31,0
Epace-10	1.425,33	421,33	923,33	29,6
Média	1.471,56 a	450,22 b	-	30,6
45 dias				
TVU-4552	2.852,00	754,67	1.803,33	26,5
Seridó	2.934,67	834,67	1.884,67	28,4
Epace-10	3.486,67	772,00	2.129,33	22,1
Média	3.091,11 a	787,11 b	-	25,5

* Médias seguidas da mesma letra minúscula, em linhas, não diferem significativamente, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Matéria Seca da Parte Aérea, Matéria Seca da Raiz, Matéria Seca Total e Relação Matéria Seca da Raiz / Matéria Seca Total:

A matéria seca da parte aérea (MSPA) não alterou-se quando as plantas foram submetidas a 15 dias de estresse hídrico. Com a continuidade do estresse foram constatadas reduções dessa variável nas plantas submetidas a 30 e 45 dias de deficiência hídrica (Tabela 3). Com 45 dias de deficiência hídrica os genótipos apresentaram reduções nessa variável. O genótipo Epace 10, sofreu a maior redução (cerca de 83%) quando o estresse foi imposto, enquanto os genótipos TVU-4552 e Seridó, tiveram perdas de cerca de 77 % na MSPA.

COSTA et al. (1997) e STAMFORD et al. (1990) observaram reduções semelhantes de MSPA em cultivares de feijão de corda submetidas à ciclos de deficiência hídrica na fase vegetativa. Resultados semelhantes foram ainda observados por PANDEY et al., (1984) em feijão mungo, soja, feijão de corda e amendoim, e PIMENTEL & PEREZ (2000) em feijão comum. STONE et al., (1988) concluíram que a redução na produção de matéria seca do feijoeiro deveu-se a reduções ocorridas na área foliar e na taxa assimilatória líquida.

TABELA 3. Matéria seca da parte aérea (g.planta⁻¹) de três genótipos de feijão-de-corda submetidos a 15, 30 e 45 dias de estresse hídrico na fase vegetativa.

Genótipos	15 dias			
	Controle	Seco	Média	100S/C
TVU-4552	0,67	0,73	0,70	108,9
Seridó	0,90	0,57	0,74	63,3
Epace-10	0,63	0,63	0,63	100,0
Média	0,73	0,65	-	89,0
30 dias				
TVU-4552	7,11	2,03	4,57	28,5
Seridó	9,19	2,54	5,86	27,6
Epace-10	7,47	2,00	4,83	26,8
Média	7,92 a	2,26 b	-	28,5
45 dias				
TVU-4552	20,36 a AB	4,56 b A	12,46	22,4
Seridó	16,99 a B	4,04 b A	10,52	23,8
Epace-10	23,18 a A	3,94 b A	13,56	17,0
Média	20,18	4,18	-	20,7

* Médias seguidas da mesma letra minúscula, em linhas, e maiúscula, em colunas, não diferem significativamente, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A matéria seca da raiz (MSR) não foi afetada nos primeiros 15 dias de estresse hídrico (Tabela 4). Aos 30 e 45 dias de estresse essa variável apresentou reduções em relação ao controle, com quedas de cerca de 61 e 68%, respectivamente. Os genótipos não apresentaram diferenças significativas, exceção do genótipo Seridó que mostrou valores mais elevados para a MSR na fase intermediária do crescimento vegetativo.

COSTA et al., (1997) também observaram reduções na MSR de feijão-de-corda submetidas a estresse hídrico na fase vegetativa. Resultados semelhantes foram ainda observados por PIMENTEL & PEREZ (2000) e PIMENTEL et al. (1999) em feijão comum, e TÁVORA & MELO (1991) em amendoim.

TABELA 4. Matéria seca da raiz (g.planta⁻¹) de três genótipos de feijão-de-corda submetidos a 15, 30 e 45 dias de estresse hídrico na fase vegetativa.

Genótipos	15 dias			
	Controle	Seco	Média	100S/C
TVU-4552	1,217	1,018	1,118	83,6
Seridó	1,589	0,771	1,180	48,5
Epace-10	0,884	0,610	0,747	69,0
Média	1,230	0,800	-	65,0
30 dias				
TVU-4552	3,376	1,213	2,295 b	35,9
Seridó	5,664	2,169	3,917 a	38,3
Epace-10	3,713	1,544	2,628 b	41,6
Média	4,251 a	1,642 b	-	38,6
45 dias				
TVU-4552	12,375	2,600	7,488	21,0
Seridó	10,859	4,669	7,764	42,3
Epace-10	10,292	3,289	6,790	31,9
Média	11,175 a	3,519 b	-	31,4

* Médias seguidas da mesma letra minúscula, em linhas ou colunas, não diferem significativamente, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A matéria seca total (MST) não foi afetada pela deficiência hídrica nos primeiros 15 dias de estresse. À medida que o período de déficit hídrico foi ampliado, aumentando a severidade do estresse (30 e 45 dias), as reduções tornaram-se significativas. Em média, os genótipos apresentaram reduções na MST de cerca de 68% e 75%, respectivamente, quando submetidos a 30 e 45 dias de estresse. Os genótipos não diferiram com relação a essa variável em todos os períodos estudados. (Tabela 5).

É provável que a diminuição da MST tenha sido resultado do fechamento estomático e conseqüente redução na taxa fotossintética. Reduções na produção de MST foram igualmente observadas por COSTA (1995); TÁVORA & MELO (1991) e WRIGHT et al. (1966) em amendoim. COSTA et al., (1989) observaram que a provável redução da MST seja conseqüência do fechamento estomático, que causou redução na taxa fotossintética e aumento na taxa respiratória.

TABELA 5. Matéria seca total (g planta⁻¹) de três genótipos de feijão-de-corda submetidos a 15, 30 e 45 dias de estresse hídrico na fase vegetativa.

Genótipos	15 dias			
	Controle	Seco	Média	100S/C
TVU-4552	1,89	1,75	1,82	92,6
Seridó	2,49	1,34	1,92	53,8
Epace-10	1,51	1,24	1,38	82,1
Média	1,96	1,45	-	74,0
30 dias				
TVU-4552	10,49	3,24	6,86	30,9
Seridó	14,85	4,71	9,78	31,7
Epace-10	11,18	3,75	7,46	33,5
Média	12,17 a	3,90 b	-	32,0
45 dias				
TVU-4552	32,74	7,16	19,95	21,9
Seridó	27,85	8,71	18,28	31,3
Epace-10	33,47	7,23	20,35	21,6
Média	31,35 a	7,70 b	-	24,6

* Médias seguidas da mesma letra minúscula, em linhas, não diferem significativamente, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A deficiência hídrica não afetou a relação matéria seca raiz / matéria seca total (MSR / MST) dos genótipos estudados nos primeiros 15 dias de estresse (Tabela 6). Aos 30 e 45 dias de estresse hídrico houve incrementos, respectivamente, de 16,7 e 25,2 na relação MSR / MST em relação ao controle. Com o avanço do déficit hídrico (30 e 45 dias) o genótipo Seridó, de crescimento indeterminado e hábito ramador, apresentaram maior valor para MSR / MST em relação aos demais genótipos. Todos os genótipos nas avaliações aos 30 e 45 dias apresentaram uma maior proporção de matéria seca nas raízes em condições de deficiência hídrica. O maior investimento de fotoassimilados nas raízes, embora confira a planta melhor condição de sobrevivência em condições de estresse hídrico, compromete sua capacidade produtiva tendo em vista a redução da capacidade assimilatória evidenciada pela diminuição da área foliar.

Uma característica comumente observada nas plantas resistentes à seca é a grande proporção de matéria seca concentrada no sistema radicular. Tal adaptação garante, em grande parte, uma absorção de água suficiente para manter um “ritmo transpiratório normal”, assegurando a manutenção de um bom status hídrico nos tecidos vegetais (PRISCO, 1996).

TABELA 6. Relação matéria seca da raiz / matéria seca total (%) de três genótipos de feijão-de-corda submetidos a 15, 30 e 45 dias de estresse hídrico na fase vegetativa.

Genótipos	15 dias			
	Controle	Seco	Média	100S/C
TVU-4552	62,43	57,77	60,10	92,53
Seridó	62,47	58,10	60,28	93,00
Epace-10	58,63	57,57	58,10	98,19
Média	61,18	57,81	-	94,49
30 dias				
TVU-4552	33,53	37,83	35,68 b	112,82
Seridó	38,17	45,93	42,05 a	120,33
Epace-10	35,30	41,20	38,25 ab	116,71
Média	35,67 b	41,66 a	-	116,79
45 dias				
TVU-4552	36,50	35,30	35,90	96,71
Seridó	38,60	51,87	45,23	134,38
Epace-10	30,80	45,43	38,12	147,50
Média	35,30 b	44,20 a	-	125,21

* Médias seguidas da mesma letra minúscula, em linhas ou colunas, não diferem significativamente, ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey.

REFERÊNCIAS

- BENINCASA, M.; ORTOLANI, A.F.; LUCAS JÚNIOR, J. **Biodigestores convencionais**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1986.
- BEZERRA, A. K. P.; LACERDA, C. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; GHEYE, H. R. Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes. *Ciência Rural*, v. 40, n.5, p.1075-1082, 2010.
- CATUCHI, T. A.; GUIDORIZI, F. V. C.; GUIDORIZI, K. A. BARBOSA, A. M.; SOUZA,

G. M. Respostas fisiológicas de cultivares de soja à adubação potássica sob diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 2012, v.47, n.4, p. 519-527, 2012.

COSTA, M. M. M. N. Comportamento de cultivares de caupi submetidas a deficiência hídrica em duas fases do ciclo fenológico. 1995. 66f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

COSTA, M. M. M. N.; TÁVORA, F. J. A. F.; PINHO, J. L. N. de; MELO, F. I. O. Produção, componentes de produção, crescimento e distribuição das raízes de caupi submetido à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.2, n.1, p.43-50, 1997.

COSTA, R. C. L.; LOPES, N.; OLIVA, M. A.; BARROS, N. F. Crescimento e conversão da energia solar em feijão submetido a três doses de nitrogênio e dois regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.12, p.1439-1450, 1989.

COSTA, G. R.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, F. B. Variabilidade para absorção de água nos grãos de feijão do germoplasma da UFLA. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.4, p.1017-1021, 2001.

DNMET – Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas** – 1961/1990. Brasília: 1992. 83p.

FARAH, S.M. An examination of the effect of water stress on leaf growth of field beans; crop growth and yield. **Journal of Agricultural Science**, v.96, p.327-336, 1981.

HISAO, T. C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Stanford, California, v. 24, p. 519-570, 1973.

PANDEY, R. K.; HERRERA, W. A. T.; PENDLETON, J. W. Drought response of grain legumes under irrigation gradient. I. Yield and yield components. **Agronomy Journal**, v. 76, n. 4, p. 549-553, 1984.

PAULUS D; DOURADO NETO D.; FRIZZONE J. A.; SOARES T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, v.28, n. 29-35. 2010.

PIMENTEL, C.; ROY-MACAULEY, H.; SARR, B.; DIOUF, O. Condutância estomática em genótipos de caupi cultivados em campo, sob diferentes níveis de irrigação. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** v.11, p.125, 1999. SUPLEMENTO.

PIMENTEL, C.; PEREZ, A. J. Estabelecimento de parâmetros para avaliação de tolerância à seca, em genótipos de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n. 1, p. 31-39, 2000.

PRISCO, J. T. Possibilidades de exploração de lavouras xerófilas no semi-árido brasileiro **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. n.21, p.333-342. 1996.

RADFORD, P. J. Growth analysis formulae – their use and abuse. **Crop Science**, n.7, p.171-5, 1967.

RESENDE, M.; HENDERSON, D.W.; FERERES, E. Freqüência de irrigação, desenvolvimento e produção do feijão Kidney. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.16, n.3, p.363-370, 1981.

SÁ SOBRINHO, A. F. de. **Efeitos da deficiência hídrica sobre a floração, crescimento vegetativo da raiz e parte aérea em cultivares de amendoim**. 1988, 61f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V. O cultivo do algodão herbáceo no sistema de sequeiro no Nordeste do Brasil, no cenário de mudanças climática. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.1, p. 80-91, 2012.

SOUZA, J. F.; BARREIRO NETO, M; SILVA, J. B.V; GILES, J. A. Velocidade de crescimento da raiz como parâmetro de resistência à seca no algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, n.2, p.169-172, 1983.

STAMFORD, N. P.; SANTOS, D. R.; SILVA, V. M.; SANTOS, C. E. R. S.; MONTEIRO, M. C. Fixação do N₂ e matéria seca do caupi em dois solos do Semi-árido Brasileiro submetidos à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p. 283-290, 1990.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 473-481, 2001.

TÁVORA, F. J. A; QUEIROZ, G. M; PINHO, J. L. N. MELO, F. I. Comportamento de cultivares de mandioca com diferentes características foliares, submetidas a varias densidades de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 417-431, 1982.

TÁVORA, F. J. A. F.; MELO, F. I. O. Resposta de cultivares de amendoim a ciclos de deficiência hídrica: crescimento vegetativo, reprodutivo e relações hídricas. **Ciência Agrônômica**, v.22, n.1/2, p.47-60, 1991.

TORRES, S. B.; OLIVEIRA, F. N.; OLIVEIRA, R.C.; FERNANDES, J. B. Produtividade e morfologia de acessos de caupi, em Mossoró, RN. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.4, p. 537-539. 2008.

TURK, K. J.; HALL, A. E.; ASBELL, C. W. Drought adaptation of cowpea. I. Influence of drought on seed yield. **Agronomy Journal**, v. 72, p. 413-420, 1980.

WRIGHT, J. W.; PAULEY, S. S.; POLK, R.B; JOKELA, J.J. Performance of Scotch pine varieties in North Central Region. **Silvae Genetica**, v. 15, p.101-110, 1966.