

Relações hídricas, trocas gasosas em amendoim, gergelim e mamona submetidos a ciclos de deficiência hídrica

Ciro de Miranda Pinto¹, Francisco José Alves Fernandes Távora², Olienai de
Ribeiro de Oliveira Pinto³

¹Professor da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira/UNILAB, Redenção - CE, Brasil. E-mail: ciroagron@unilab.edu.br

²Professor da Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza - CE, Brasil. E-mail: tavora@ufc.br;

³Doutoranda em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza - CE, Brasil. E-mail: agron.olielaide@gmail.com

Resumo

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, no período de janeiro a março de 2006, com o objetivo de estudar a resposta das culturas da mamona (*Ricinus communis* L.), gergelim (*Sesamum indicum* L.) e amendoim (*Arachis hypogaea* L.) a ciclos de deficiência hídrica na fase de crescimento vegetativo. As sementes foram semeadas em tubos de PVC com 100 cm de comprimento e 15 cm de diâmetro, em solo de textura arenosa. As cultivares foram submetidas a dois regimes hídricos - irrigação diária e ciclos de deficiência hídrica. As variáveis potencial hídrico, conteúdo relativo de água, transpiração foliar, fotossíntese foliar e condutância estomática foram reduzidas nas três culturas em resposta aos ciclos de deficiência hídrica. A relação entre a temperatura foliar e a ambiente aumentou em resposta ao estresse aplicado. O uso eficiente de água não foi alterado nas culturas da mamona e amendoim, apresentando redução significativa no gergelim em resposta ao déficit hídrico.

Palavras-chave: Oleaginosas, Trocas gasosas, Estado hídrico, Estresse hídrico.

Abstract

Water relations, gas exchanges in peanut, sesame and castor bean submitted to cycles of water deficit. A greenhouse research was carried out at the Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, from January to March 2006, with the objectives of studying the response of castorbean (*Ricinus communis* L.), sesame (*Sesamum indicum* L.) and peanut (*Arachis hypogaea* L.) to cycles of water deficit in the early vegetative growth phase. The seeds were planted in PVC tubes 100 cm log and 10 cm wide, filled with sand soil. The cultivars received two water regime treatments: daily irrigation and cycles of water stress. The variables water potential, relative water content, leaf transpiration; leaf photosynthesis and stomatal conductance were reduced in all three crops in response to water stress. The relation between leaf and ambient temperature increased in response to water stress. The water use efficiency was not affected by the stress imposed in castor bean and peanut. On the other hand, in sesame this variable decreased in response to water stress.

Key words: Oil seed crops, Gas exchanges, Water status, Water stress

Introdução

A água é um dos principais recursos que as plantas necessitam para o crescimento, sendo considerada fator limitante da produtividade agrícola na região semiárida tropical. Tal limitação, provavelmente ocorre devido a

modificações de natureza bioquímicas, fisiológicas e morfológicas. Kramer e Boyer (1995) reportaram que a característica de tolerância ao déficit hídrico apresenta alta variabilidade entre espécies vegetais.

O cultivo de oleaginosas no Nordeste brasileiro é praticado principalmente em cultivo extensivo no



regime de sequeiro. A ampliação do mercado tendo em vista à produção de biodiesel traz novas e favoráveis perspectivas de ampliação dessas culturas na região. Várias oleaginosas apresentam potencial para suprir essa demanda, destacando-se a soja para o Sudeste e Centro-Oeste, o dendê para o Norte e a mamona, o amendoim e gergelim para o Nordeste do Brasil.

Para aprimorar o manejo do sistema solo-planta, torna-se necessário estudar as respostas fisiológicas de oleaginosas nas condições semiáridas, através de medidas como o potencial hídrico foliar, conteúdo relativo de água, transpiração foliar, condutância estomática, taxa fotossintética, uso eficiente de água instantâneo, condutância do mesófilo, relação entre temperatura da folha e do ambiente, dentre outras. Tais medidas podem vir a ser empregadas como ferramentas auxiliares para seleção de cultivares ou variedades mais tolerantes à seca.

A deficiência hídrica, afeta vários processos fisiológicos dentre eles, potencial hídrico foliar (Pimentel; Peres 2000), conteúdo relativo de água (Nautiyal et al. 1999), transpiração foliar (Anyia et al. 2004), condutância estomática (Lauriano et al. 2004), taxa fotossintética (Beltrão et al. 2003), uso eficiente de água (Awal; Ikeda 2002; Souza et al. 2005).

Em função do exposto, objetivou-se através deste trabalho analisar as condições hídricas e as trocas gasosas em amendoim, gergelim e mamona submetidos a ciclos de deficiência hídrica durante a fenofase vegetativa.

Material e métodos

Foram conduzidos três ensaios no período de janeiro a março de 2006, em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza-Ceará, com as seguintes coordenadas geográficas: 3° 44'S latitude, 38° 33'W longitude Greenwich e altitude de 19,5 m.

Foram utilizadas duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) PI-

165317 e 57422, duas de gergelim (*Sesamum indicum* L.) CNPA-G₃ e CNPA-G₄ e duas cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.) BRS 149 Nordestina e Mirante 10.

Cada unidade experimental foi composta de duas plantas cultivadas em um tubo PVC (com 0,15 m de diâmetro e 1,0 m de profundidade) contendo solo de textura franco-arenoso retirado da camada arável, 0 a 20 cm, peneirado e previamente esterilizado com 8 pastilhas do gastoxim (fosfeto de alumínio). O tubo PVC foi cortado longitudinalmente para facilitar o estudo da estratificação do sistema radicular, sendo previamente vedado com fita adesiva transparente de 5 cm de largura. Em sua base colocou-se um disco de isopor perfurado para permitir a sustentação do solo e funcionar como dreno.

O solo empregado nos ensaios apresentou as seguintes características: $\text{Ca}^{++} = 1,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{++} = 0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K}^+ = 0,04 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{P}^+ = 9 \text{ mg dm}^{-3}$ e pH= 6,7. A adubação foi procedida conforme as recomendações da análise de fertilidade do solo para cada tipo de cultura. Os fertilizantes empregados foram uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio.

As sementes de mamona foram postas para pré-germinar em laboratório, em papel germi-teste, a uma temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo 8 horas de luz, e após 6 dias, semeadas nos tubos PVC. Após esse período escolheram-se as plântulas de mamona, aquelas de crescimento da radícula mais uniformidade, para então realizar o plantio de três sementes pré-germinadas por tubo PVC no dia 31 de janeiro de 2006.

As sementes de amendoim e gergelim foram plantadas em 27 de janeiro de 2006. Nesta ocasião usaram-se 5 sementes de amendoim e 15 sementes de gergelim por tubo PVC. Essa quantidade de sementes foi empregada para garantir que tivesse o número de plântulas desejado na época do desbaste.

O desbaste foi realizado aos 7 dias depois da emergência (DAE), deixando para cada espécie as duas plântulas por tubo PVC, aquelas de crescimento mais vigoroso. Desde a semeadura até a imposição da deficiência hídrica, os tubos PVC foram mantidos em condições de



umidade próximas à capacidade de campo, com irrigação diária.

Aos 10 DAE as plantas foram submetidas a dois regimes hídricos, a saber: a) controle, onde todas as plantas foram irrigadas diariamente ao longo do período experimental, mantendo a umidade do solo próxima à capacidade de campo; e b) estresse, onde as plantas foram submetidas a ciclos de deficiência hídrica. A reidratação das plantas estressadas de amendoim, gergelim e mamona ocorreu quando as plantas apresentavam sinais de murcha. Tal reidratação foi realizada no primeiro dia com apenas uma irrigação, depois que as plantas não conseguiam manter a turgescência da folha.

A cultura do gergelim teve ciclos de deficiência hídrica aos 10; 19; 26; 32; 42 e 49 DAE, o que totalizou seis irrigações com intervalo médio de 7 dias. O amendoim teve ciclos de deficiência hídrica aos 10; 19; 27; 36; 44; 49 e 54 DAE, o que totalizou sete irrigações com intervalo médio também de 7 dias. A mamoneira teve ciclos de deficiência hídrica aos 10; 19; 27; 36; 41, 48 e 55 DAE, o que totalizou sete irrigações com intervalo médio de 9 dias.

As determinações de status hídrico e trocas gasosas foram tomadas aos 44 DAE em amendoim, 42 DAE em gergelim e 41 DAE na mamona, com cinco repetições em cada variável analisada.

As condições hídricas foram avaliadas pelo potencial hídrico foliar (Ψ_{wf}) e conteúdo relativo de água (CRA). Foram determinadas as seguintes variáveis para caracterizar as trocas gasosas: fotossíntese líquida (A_n), condutância estomática (g_s) e a transpiração (E). Para tal avaliação foi utilizado um analisador de CO_2 por radiação infra-vermelho (“Infra Red Gas Analyser–IRGA”, modelo LCI BioScientific). De posse dos dados de fotossíntese e transpiração foliar foi possível calcular o uso eficiência de água (UEA) através da relação A_n/E (Souza et al. 2001).

O Ψ_{wf} foi determinado através da câmara de Scholander et al. (1965), às cinco horas da manhã para as culturas do

amendoim e gergelim. Já no caso da mamona usou-se a prensa à membrana (Pinho, 1992). As amostras foliares foram coletadas ao acaso, com cinco repetições por tratamento, seguindo o critério: terceira folha expandida a partir do ápice para a base. O conteúdo relativo de água (CRA) foi determinado a partir de cinco amostras de 15 discos foliares de 0,5 cm de diâmetro. Foram obtidos o peso fresco (PF), peso túrgido (PT) e peso seco (PS) dos discos. O PF foi determinado logo após a chegada das amostras ao laboratório, sendo em seguida transferido para uma placa de Petri forrada com papel filtro saturado com água destilada por um período de 24 horas em ambiente escuro de modo a permitir a hidratação do tecido para obtenção do peso túrgido (PT). O PS foi determinado colocando-se os discos numa estufa regulada a 80°C por 24 horas. A fórmula para determinação do conteúdo relativo de água é a seguinte:

$$CRA = \frac{PF - PS}{PT - PS} \times 100$$

As variáveis, condutância estomática, transpiração foliar, temperatura foliar, fotossíntese, temperatura do ar, foram determinadas na terceira folha expandida do ápice para a base, estando exposta à radiação solar direta. Neste procedimento, empregaram-se cinco repetições por tratamento ao longo dos horários de 7, 9, 11 e 13 horas.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com 5 repetições e 4 tratamentos. Os tratamentos foram dispostos num esquema fatorial (2 x 2), constituídos por duas cultivares de cada cultura, dois regimes hídricos (irrigado e não irrigado), perfazendo 20 unidades experimentais.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando detectada a significância pelo teste F, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



Resultados e discussão

As avaliações de conteúdo relativo de água (CRA) e no potencial hídrico foliar (Ψ_f), nas três culturas, apresentaram reduções significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos hídricos. No caso do CRA, ocorreram reduções de 52%, 27% e 20%, respectivamente em amendoim, gergelim e mamona (Tabela 1). No tocante ao potencial hídrico foliar, as médias para regime seco foram de -3,23; -1,68 e -0,76 MPa, para amendoim, gergelim e mamona, com reduções em valor absoluto em relação à testemunha de -2,99 MPa, -1,33 MPa e 0,56 MPa, respectivamente, para amendoim, gergelim e mamona (Tabela 1). Desta forma, a cultura que teve maiores variações na condição de hidratação em resposta à aplicação da deficiência hídrica foi o amendoim seguido do gergelim e da mamona.

Os resultados de potencial hídrico foliar encontrados estão em conformidade

aos de Nautiyal et al. (1999) e Nogueira e Santos (2000) em *Arachis hipogae* L., Pimentel e Peres (2000) e Zlatev (2005) em *Phaseolus vulgaris* L. A exemplo, do potencial hídrico foliar, verificaram-se também reduções significativas no conteúdo relativo d'água nas plantas de amendoim, gergelim e mamona. Tais respostas corroboram com Nautiyal et al. (1999) em *Arachis hipogae* L., Kimani et al. (1994) em *Cajanus cajan* (L.) Millsp.

A redução do conteúdo relativo de água gerou reduções nas trocas gasosas nas espécies oleaginosas estudadas. Em termos comparativos, verificou-se redução média no tratamento seco em relação ao úmido na transpiração (Figura 1) do amendoim, gergelim e mamona de 85,5; 83,5 e 71,6 %, respectivamente em resposta à redução nas condições hídricas da planta (diminuição no CRA e Ψ_f).

Tabela 1. Conteúdo relativo d'água (CRA) e potencial hídrico foliar (Ψ_{folha}) em amendoim, gergelim e mamona, submetidos a ciclos de deficiência hídrica.

	CRA (%)	Ψ_{folha} (MPa)
Amendoim		
	Cultivar	
PI-165317	59,49 a	-1,74 a
57422	58,83 a	-1,72 a
	Regime hídrico	
Controle	79,96 a	-0,23 a
Estressado	38,36 b	-3,23 b
CV(%)	5,4	15,5
Gergelim		
	Cultivar	
CNPA-G ₃	70,14 a	-1,00 a
CNPA-G ₄	71,12 a	-1,03 a
	Regime hídrico	
Controle	81,61 a	-0,35 a
Estressado	59,64 b	-1,68 b
CV(%)	4,7	15,5
Mamona		
	Cultivar	
Mirante	77,62 a	-0,44 a
Nordestina	78,14 a	-0,50 b
	Regime hídrico	
Controle	86,79 a	-0,19 a
Estressado	68,97 b	-0,75 b
CV(%)	6,7	13,7

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



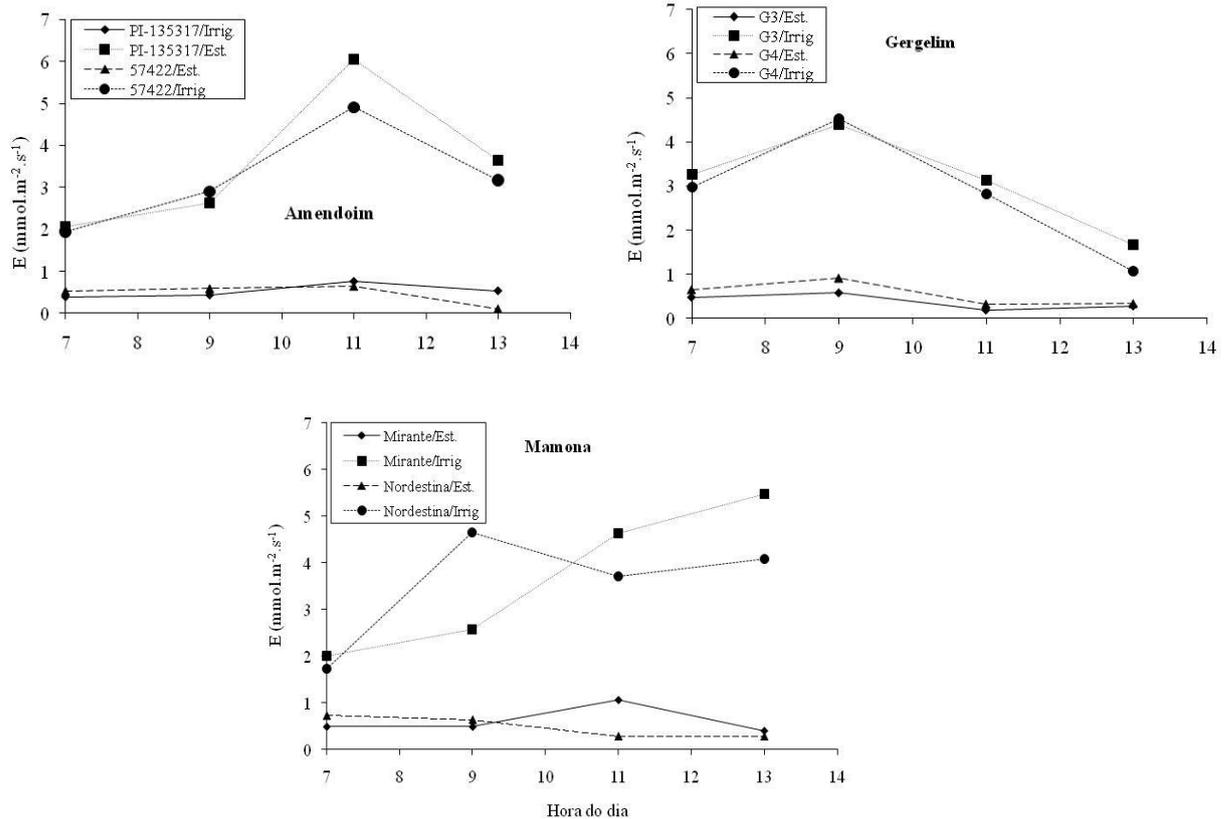


Figura 1. Transpiração foliar (E) em amendoim, gergelim e mamona, submetidos à deficiência hídrica. Cada ponto representa o valor médio de cinco repetições, em plantas diferentes.

Sabe-se que a transpiração é necessária ao crescimento e desenvolvimento do vegetal, pois nesse momento também ocorre a absorção de CO₂. Além disso, a transpiração atua como componente do resfriamento, reduzindo o calor absorvido pela radiação solar. Por isso os estudos comparativos entre plantas irrigadas e expostas a insuficiência de água no solo assumem importância capital. Diante de tal expressão, alguns autores mensuraram esta variável em seus experimentos dentre eles, Nogueira e Santos (2000) e Lauriano et al. (2004) para o amendoim, Anyia et al. (2004) e Oliveira et al. (2005) para o caupi. Tais diferenças na taxa transpiratória entre plantas estressadas e irrigadas podem ser explicadas pelo aumento na resistência estomática das plantas estressadas, que

diminui a transpiração e incrementa a temperatura foliar (Nogueira et al. 1998).

Avaliando-se o desempenho das três culturas submetidas a ciclos de deficiência hídrica, no que se refere à variável condutância estomática (Figura 2), constatou-se redução média percentual ao longo do dia de 90,9, 92,5 e 85,5 % no regime seco em relação ao controle, para o amendoim, gergelim e mamona, respectivamente, em resposta à diminuição nas condições hídricas da planta (diminuições no CRA e Ψ_f). Os valores mínimos foram observados para amendoim e mamona às 13 horas e gergelim às 11 horas. Os resultados de condutância estomática constatados neste trabalho são semelhantes aos encontrados em estudos com espécies cultivadas como no amendoim (Lauriano et al. 2004), girassol e beterraba açucareira (Souza et al. 2004).

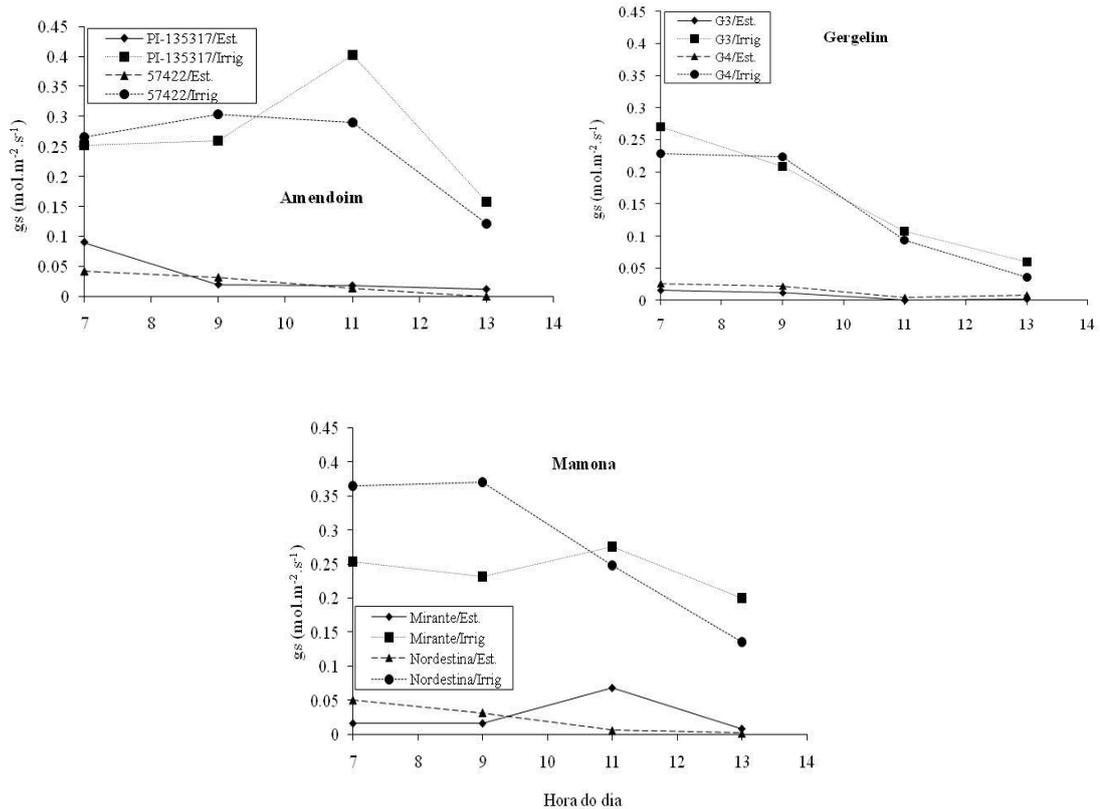


Figura 2. Condutância estomática (gs) em amendoim, gergelim e mamona, submetidos à deficiência hídrica. Cada ponto representa o valor médio de cinco repetições, em plantas diferentes

A taxa fotossintética mostrou comportamento semelhante aos resultados obtidos com a transpiração e a condutância estomática, indicando a ocorrência de uma estreita relação entre essas variáveis. Nas três culturas, a deficiência hídrica determinou grandes reduções na taxa fotossintética, independentemente da cultivar ou hora do dia (Figura 3). Os valores máximos da taxa fotossintética

A taxa fotossintética é responsável direta pela acumulação de matéria seca do vegetal, desta forma os estudos de comparação em plantas, sob condições normais e sob deficiência hídrica, assumem grande validade, podendo até ser empregados como ferramenta auxiliar na seleção de genótipos tolerantes a seca.

A par da importância desta medida, alguns autores pesquisaram e verificaram

foram obtidos no tratamento controle às 11 horas para a mamona e amendoim e às 9 horas para o gergelim.

Detectaram-se reduções na ordem de 84,5; 92,5 e 78,9 % em média, ao longo do dia nas plantas submetidas à deficiência hídrica em relação ao controle, em amendoim, gergelim e mamona, respectivamente (Figura 3).

reduções expressivas na taxa fotossintética de plantas estressadas, dentre eles, Lauriano et al. (2004) em amendoim, Anyia et al. (2004) em caupi, Beltrão et al. (2003), em mamona, Souza et al. (2004) em girassol e beterraba açucareira. Além da deficiência hídrica, essa redução pode também estar associada em parte às altas temperaturas e ao alto déficit de pressão de vapor da atmosfera (Taiz; Zeiger 2004).

Relações hídricas, trocas gasosas em amendoim, gergelim e mamona...

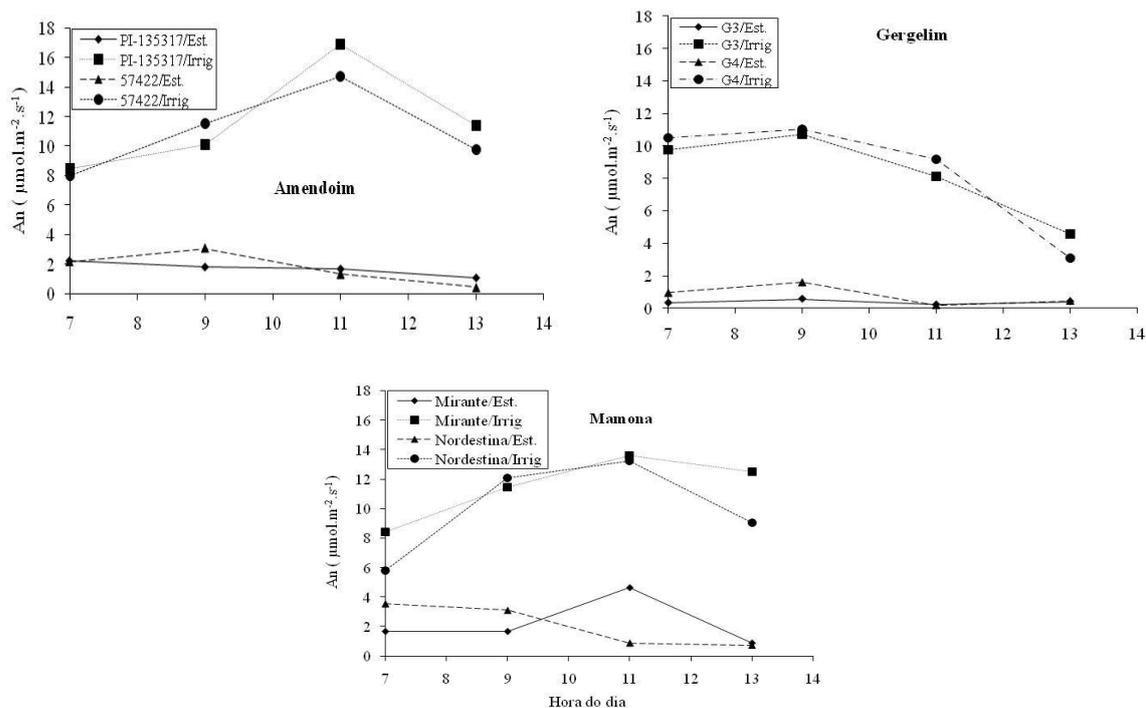


Figura 3. Taxa fotossintética (A_n) em amendoim, gergelim e mamona, submetidos à deficiência hídrica. Cada ponto representa o valor médio de cinco repetições, em plantas diferentes

Para o uso eficiente de água (UEA), o amendoim e a mamona apresentaram-se pouco sensíveis, não mostrando grandes diferenças no regime hídrico irrigado e não-irrigado ao longo do período avaliado. Ao contrário, o gergelim mostrou-se muito sensível ao déficit hídrico com reduções no UEA em todos os períodos amostrados (Figura 4). Tais decréscimos, possivelmente ocorreram em virtude da redução condutância estomática durante a deficiência hídrica, a qual provoca redução na eficiência de assimilação através do

A deficiência hídrica incrementou a variável relação entre temperatura foliar e ambiente ao longo do período avaliado, quando se compara o tratamento irrigado ao com insuficiência hídrica nas plantas de amendoim, gergelim e mamona (Figura 5). A temperatura foliar, a relação entre temperatura foliar e ambiente ou mesmo a diferença entre ambas, tem sido empregada por diversos pesquisadores como indicador das condições hídricas das plantas. Essa variável indicadora tem a vantagem de não utilizar amostras destrutivas. A temperatura foliar é usada como indicativo do momento de irrigar, pois revela se a planta está com insuficiência de água no solo (Cascardo et al. 1993; Taiz; Zeiger 2004).

processo fotossintético. Alguns autores sugerem que o declínio no UEA, decorre da diminuição na condutância estomática, a qual afeta com maior intensidade a taxa fotossintética do que a taxa transpiratória da folha (Awal; Ikeda, 2002). Diminuições no uso eficiente de água foram também constatadas por Lauriano et al. (2004) em amendoim submetido a deficiência hídrica. Já aumentos em tais condições foram constatados por Souza et al. (2005), em feijão comum, Souza et al. (2004) em girassol e beterraba açucareira.

Experimento conduzido por Távora e Melo (1991) em amendoim sob deficiência hídrica, indica que os valores de diferença da temperatura da atmosfera e da superfície foliar acompanharam de perto aqueles obtidos com a resistência estomática e a transpiração, constituindo, assim, um excelente parâmetro para aferição indireta das condições hídricas da planta. Enquanto autores como Nogueira et al. (1998) e Oliveira et al. (2005), reportam que a elevação da temperatura foliar em resposta ao estresse hídrico pode ser explicada pela redução na perda de calor latente através da transpiração que normalmente reduz nestas condições.



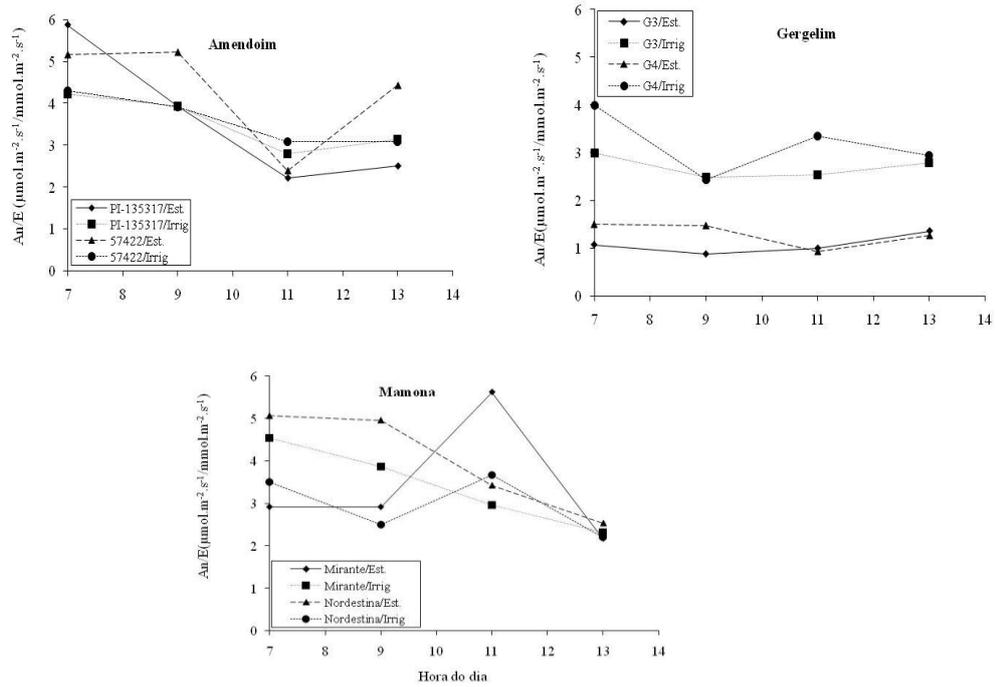


Figura 4. Uso eficiente de água (A_n/E) em amendoim, gergelim e mamona, submetidos à deficiência hídrica. Cada ponto representa o valor médio de cinco repetições, em plantas diferentes

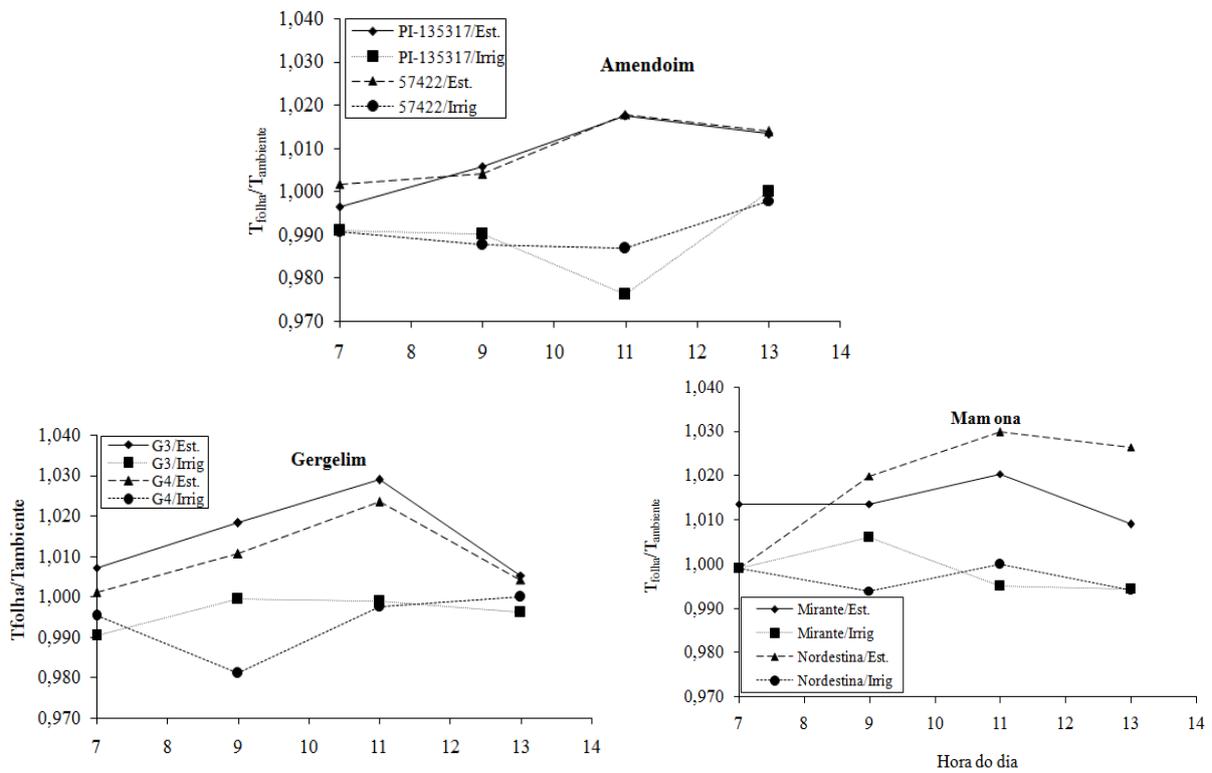


Figura 5. $T_f/T_{ambiente}$ ($^{\circ}C/^{\circ}C$) em amendoim, gergelim e mamona, submetidos à deficiência hídrica. Cada ponto representa o valor médio cinco repetições, em plantas diferentes.



Conclusão

A mamona manteve maior nível de hidratação dos seus tecidos, quando exposta a ciclos de deficiência hídrica, seguida do gergelim e amendoim. As condições hídricas e as trocas gasosas

foram reduzidas pela deficiência hídrica nas plantas de amendoim, gergelim e mamona. De uma forma geral, a mamona foi a mais prejudicada pela deficiência hídrica, seguida do gergelim e do amendoim.

Referências

- ANYIA, A.O; HERZOG, H. Water-use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under mid-season drought, *European Journal of Agronomy*, v.20, n.4, p. 327-339, 2004.
- ATTEYA, A. M. Alteration of water relations and yield of corn genotypes in response to drought stress, *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, v.29, n.1-2, p. 63-76, 2003.
- AWAL, M. A e IKEDA, T. Recovery strategy following the imposition of episodic soil moisture deficit in stands of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, v.188, n.3, p.185-192, 2002.
- BELTRÃO, M., E. N; SOUZA, DE G.J; SANTOS, DOS W.J; JERÔNIMO, F.J; COSTA, X.F; LUCENA, DE A.M.A; QUEIROZ, DE C.U. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS 149 Nordestina, na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, Campina Grande, v.7, n.1, p. 659-664, 2003.
- CASCARDO, J. C. de M; OLIVEIRA, L. E. M. de; SOARES, A. M. Disponibilidade de água e doses de gesso agrícola nas relações hídricas da seringueira. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.5, n. 1, p. 31-34, 1993.
- KIMANI, P.M.; BENZIONI, A.; VENTURA, M. Genetic variation in pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.) in response to successive cycles of water stress. *Plant and Soil*, v.158, n.2, p.193-201, 1994.
- KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. Water relations of plant and soils. Academic Press, New York, 1995, 495 p.
- LAURIANO, J.A.; RAMALHO, J.C.; LIDON, F.C. e MATOS, M. C. Peanut photosynthesis under drought and re-watering. *Photosynthetica*, v.42, n.1, p. 37-41, 2004.
- MACHADO, E.C.; MEDINA, C.L.; GOMES, M.M.A. Teor de água no substrato de crescimento e fotossíntese em laranja "Valença". *Bragantia*, v.58, n.2, p.217-226, 1999.
- NAUTIYAL, P. C.; RAVINDRA, V.; ZALA, P. V; JOSHI, Y. C. Enhancement of yield in groundnut following the imposition of transient soil-moisture-deficit stress during the vegetative phase. *Experimental Agriculture*, v.35, n.3, p. 371-385, 1999.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, C. R. Alterações fisiológicas no amendoim submetido ao estresse hídrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v.4, n.1, p.41-45, 2000.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, C. R. DOS, NETO, E. B, SANTOS, V. F. DOS. Comportamento fisiológico de duas cultivares de amendoim a diferentes regimes hídricos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.12, p.1963-1969, dez.1998.
- OLIVEIRA, A. D.; FERNANDES, J. E.; RODRIGUES, T. J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.86-95, jan/abr., 2005.
- PIMENTEL, C., HÉRBET, G. Potencial fotossintético e condutância estomática em espécies de feijão caupi sob deficiência hídrica. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, São Carlos, v.11, n.10, p.7-11, 1999.



- PIMENTEL, C; PEREZ, A. J. de L. C. Estabelecimento de parâmetros para avaliação de tolerância à seca, em genótipos de feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.1, p.31-39, 2000.
- PINHO, J.L.N.de. Étude comparé des mecanismes physiologiques de la résistsnce à la sécheresse de cultivares de mil (*Pennisetum americanum* L.) et de sorgho [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] sensibles ou resistant. Paris: Université PARIS VII, 1992, 158p. (Tese de Doutorado)
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HEMMINGSEN, E.A.; BRADSTREET, E.D. Sap pressure in vascular plants. Science, v.148, n. 3668, p.339-346, 1965.
- SOUZA, DE R.C.; SOARES, M.A; REGINA, A.DE M. Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1221-1230, out. 2001.
- SOUZA, M.G; OLIVEIRA, F.R.de, CARDOSO,M.J.V. Temporal dynamics of stomatal conductance of plants under water deficit: can homeostasis be improved by more complex dynamics? Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba, v. 47, n.3, p.423-431, jul., 2004.
- SOUZA, M.G; VIANA, F.O.DE J.E OLIVEIRA, DE F.R. Asymmetrical leaves induced by water déficit show asymmetric photosynthesis in common bean. Research article, Brazilian, Journal of Plant Physiology, v.17, n. 2, p. 223-227, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.
- TÁVORA, F. J. A. F.; MELO O. I. F. Resposta de cultivares de amendoim a ciclos de deficiência hídrica: crescimento vegetativo, reprodutivo e relações hídricas. Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 22, n. 1/2, p. 47-60, 1991.
- ZLATEV, Z. S. Effects of water stress on leaf water relations of young bean plants. Journal of Central European Agriculture, v.6, n.1, p. 5-14, 2005.