

CRESCIMENTO E RESISTÊNCIA À SECA DA ALGAROBEIRA (*Prosopis juliflora* SW. D.C.) CULTIVADA EM SOLO DE CERRADO, COM OU SEM ADUBO ORGÂNICO¹

SONIA CRISTINA J. G. DE ANDRADE PEREZ²

RESUMO - O crescimento e a resistência à seca de algarobeiras foram avaliados em plantas cultivadas em casa de vegetação, com 30% de sombreamento, utilizando-se um Latossolo Vermelho-Amarelo, fase arenosa, com ou sem adição de esterco bovino, na proporção de duas partes de terra para uma de esterco. Trinta dias após a emergência (DAE), ficou evidente que a adição de matéria orgânica propiciou um aumento da fitomassa epigea e hipógea. Aos 300 DAE, as plantas cultivadas em solo fertilizado produziram dez vezes mais fitomassa que aquelas com outro tratamento. A tolerância à seca das algarobeiras em ambos os tratamentos aumentou com a idade, e aquelas cultivadas no solo fertilizado mostraram-se mais resistentes ao estresse hídrico induzido. A estratégia desenvolvida consistiu num ajuste osmótico e numa menor diminuição do conteúdo relativo de água nos tecidos, por unidade de potencial hídrico decrescido.

Termos para indexação: fitomassa, produção, estresse hídrico, potencial hídrico, potencial osmótico.

GROWTH AND DROUGHT RESISTENCE OF "ALGAROBEIRA" (*Prosopis juliflora* SW. D.C.) IN "CERRADO" SOIL FERTILIZED OR NOT WITH ORGANIC MATTER

ABSTRACT - Growth and drought resistance of "algarobeira" were determined in plants grown in greenhouse under 30% of shading, in Red-Yellow Latosol fertilized or not with organic matter. At 30 days after emergence (DAE) the addition of organic matter produced a significant increase in epigeal and hypogeal phytomass. At 300 DAE, the plants grown in fertilized soil produced ten times more biomass than those grown in other soil. The drought tolerance of algarobeiras increased with the time. Plants grown in fertilized soil were more resistant to stress conditions, using as strategie an osmotic adjustment and a lower decrease in tissue relative water content by unity of water potential decreased.

Index terms: phytomass, yield, water potential, osmotic potential, water stress.

INTRODUÇÃO

Para o estudo do efeito de condições ambientais no crescimento dos vegetais, desenvolveu-se um grande número de conceitos e técnicas de análise de crescimento (Nilwik, 1980, 1981). Assim, a interferência do ambiente pode ser evidenciada pelas alterações no crescimento e na forma dos vegetais.

O solo afeta o desenvolvimento e a distribuição das comunidades vegetais. Os vários tipos de solos

têm diferente composição química e o crescimento vegetal é bastante dependente da nutrição mineral, embora as exigências minerais variem qualitativa e quantitativamente com a espécie da planta (Street & Öpik, 1984).

Outro fator ambiental que interfere no crescimento e no desenvolvimento dos vegetais é a água. A seca tanto pode ocasionar enfraquecimento das funções vitais como pode estimular reações adaptativas que capacitam as plantas a sobreviverem em períodos prolongados de déficit hídrico (Larcher et al., 1981).

Como são evidentes os efeitos do ambiente no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade de vegetal, é essencial a avaliação dos efeitos des-

¹ Aceito para publicação em 3 de março de 1995.

² Biol., Profa. Adjunta, Dep. Biol. UFSCar, Caixa Postal 676, CEP 13560-000 São Carlos, SP.

ses fatores na fisiologia do crescimento de espécies que possam assumir importância econômica.

Este trabalho objetivou avaliar o efeito de alguns fatores ambientais no crescimento de *Prosopis juliflora* (algarobeira), leguminosa forrageira nativa das regiões áridas e semi-áridas. Essa espécie é comumente usada na produção de madeira, carvão vegetal, estacas, álcool, melação, alimentação animal e humana, apicultura, reflorestamento, ajardinamento e sombreamento, tornando-se uma cultura de valor econômico e social (Almeida, 1983).

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação com 30% de sombreamento, em São Carlos, S. Paulo, no período de setembro de 1988 até abril de 1989.

Utilizou-se um Latossolo Vermelho-Amarelo, unidade de Canchim, de textura franco-arenosa, com 2,3% de matéria orgânica, pH 4,6, coletado a uma profundidade de 0,2m. O solo foi espalhado sobre uma lona de plástico, seco ao ar, e a adubação foi efetuada pela adição de esterco bovino, na proporção de duas partes de terra para uma de esterco, em metade do volume de terra coletado. Formaram-se dois grupos de sacos de polietileno, com capacidade para 10 kg. No primeiro foi colocado solo fertilizado e, no segundo, solo sem fertilização. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 2 x 10 x 3, correspondente a dois tipos de solo, dez épocas de coleta e três repetições. Foram plantadas três sementes, recém-germinadas em laboratório, em cada recipiente. O desbaste foi realizado dez dias após a emergência (DAE), deixando apenas uma planta por saco. A irrigação foi feita diariamente, de modo a manter as plantas sem déficit hídrico.

A cada trinta dias, as plantas cultivadas nos dois tipos de solo foram coletadas para se efetuar análise de crescimento. Para determinação da fitomassa epigea e hipógea, o material foi colocado em estufa, com ventilação forçada a 85 °C, até atingir peso constante. Os parâmetros fisiológicos foram calculados de acordo com fórmulas citadas em Benincasa (1988).

Para a avaliação da resistência à seca das algarobeiras, foram utilizadas plantas com 45, 180 e 300 DAE, cultivadas em solo com e sem adubo orgânico. O estresse hídrico foi induzido pela suspensão da rega, e os seguintes parâmetros foram analisados: a) potencial hídrico, cujas medições foram efetuadas desde a aplicação do estresse até o ponto de compensação por água, com o auxílio de

uma câmara de pressão (Scholander et al., 1964, 1965). Essas determinações foram realizadas pela manhã, em duas repetições; b) potencial osmótico - foi avaliado por uma câmara de pressão, construção da curva pressão - volume (Melkonian et al., 1982; Gupta & Berkowitz, 1987). Esse procedimento foi adotado antes e após o estresse com três repetições; c) conteúdo relativo de água, cujos valores foram obtidos de acordo com a técnica dos discos foliares, descrita por Catsky (1960) e modificada por Perez et al. (1982). Essas medidas foram efetuadas subsequentemente às determinações de potencial hídrico, com dez repetições. Depois de atingido o estresse hídrico máximo (considerado quando a fotossíntese líquida cessou) (Lieth & Ashton, 1962), as plantas foram novamente irrigadas. Só então realizaram-se medições do potencial hídrico foliar e da fotossíntese líquida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para normalizar a variância e avaliar corretamente as tendências de crescimento em cada tratamento, em algumas figuras, os dados foram expressos em forma de logaritmo natural.

Com relação à altura, observou-se que, no início, as diferenças entre os tratamentos eram pequenas. Somente após 90 DAE, as diferenças passaram a ser acentuadas. Após dez meses da emergência, as plantas cultivadas em solo fertilizado tinham o quádruplo da altura das plantas do outro tratamento (Fig. 1).

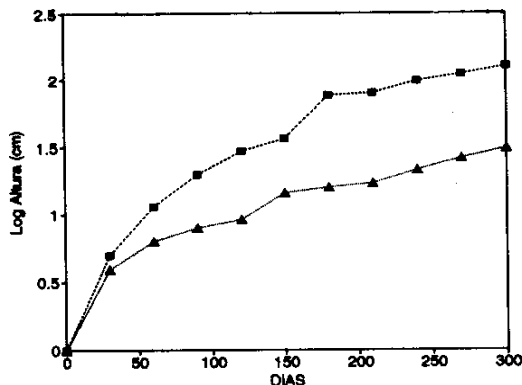


FIG. 1. Log dos valores médios da altura de algarobeiras cultivadas em solo com ou sem fertilização, em diferentes épocas de coleta (▲ sem adubo; ■ com adubo).

Com relação à produção de fitomassa, o maior acúmulo foi verificado em plantas cultivadas em solo fertilizado (Fig. 2). As diferenças na produção de matéria seca foram maiores do que em altura, constatando-se diferenças nítidas entre os tratamentos, com uma diferença percentual de 1.170% ao final do experimento.

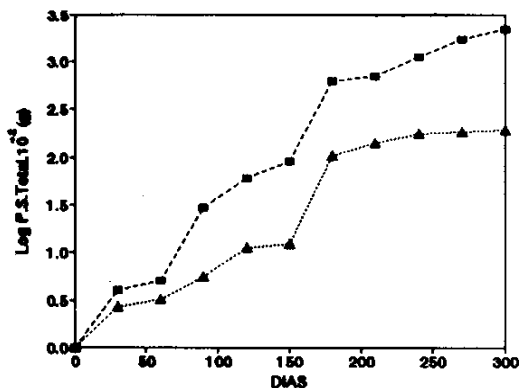


FIG. 2. Log dos valores médios de matéria seca total (g.10 de algarobeiras cultivadas em solo com ou sem fertilização, em diferentes épocas de coleta) (▲ sem adubo; ■ com adubo).

Em termos de acúmulo de matéria seca, as plantas apresentaram inicialmente um aumento lento, seguido por uma fase de crescimento exponencial e, após atingirem seu peso máximo, houve uma estabilização, decrescendo, a seguir, com o início da senescência. Resultados semelhantes foram obtidos por Köller et al. (1970); Brandes et al. (1972); Santos Filho (1978); Magalhães (1979). Como essa espécie é arbórea, um experimento com duração de 300 dias compreende apenas a fase vegetativa. Nas plantas cultivadas em solo adubado, foi apenas observada uma fase de aumento lento de crescimento, seguida por uma fase exponencial.

As plantas cultivadas em solo não-fertilizado apresentaram clorose nas folhas desde os 120 dias, seguida de senescência e abscisão precoce das folhas e folíolos primários a partir dos 150 DAE. Portanto, os maiores valores de área foliar foram observados em plantas oriundas de solo fertilizado (Fig. 3).

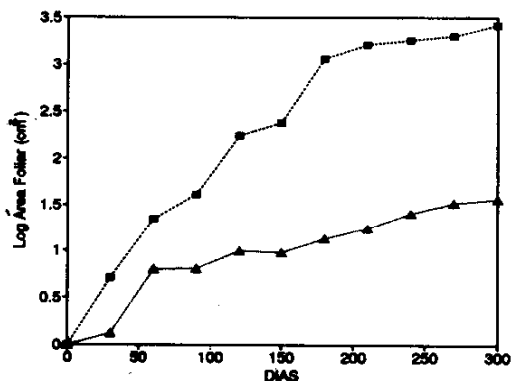


FIG. 3. Log dos valores médios da área foliar de algarobeiras cultivadas em solo com ou sem fertilização, em diferentes épocas de coleta (▲ sem adubo; ■ com adubo).

A área foliar do vegetais cultivados em solo fertilizado foi sempre maior. Em comparação com os valores de matéria seca total e altura, a área foliar foi a que revelou maiores diferenças entre os dois tratamentos.

Em seus estudos, Watson (1965) afirma ser conhecido o fenômeno de a área foliar das plantas ser dependente da nutrição mineral. De acordo com Malavolta & Klieman (1985), pouca matéria orgânica no solo significa baixos suprimentos de nitrogênio, enxofre e boro, nutrição que se agrava pela acidez desfavorável à atividade microbiana.

A taxa de crescimento absoluto dá idéia da velocidade média do crescimento ao longo do período de observação. Nesse experimento, os valores médios da velocidade de crescimento foram maiores em plantas cultivadas em solo com adubação orgânica ($0,08 \text{ g.mês}^{-1}$) do que no outro tratamento ($0,007 \text{ g.mês}^{-1}$), como mostra a Fig. 4. Já a taxa de crescimento relativo variou ao longo do ciclo, por ser dependente de dois outros parâmetros de crescimento: a razão de área foliar e a taxa assimilatória líquida. Comparando-se os valores de taxa de crescimento relativo (Fig. 5), verificou-se que, nas primeiras semanas, as plantas crescidas em solo fertilizado apresentaram um maior impulso inicial. Os valores médios para plantas de solo com ou sem adubação foram, respectivamente, $0,024 \text{ g}$ e $0,016 \text{ g}$.

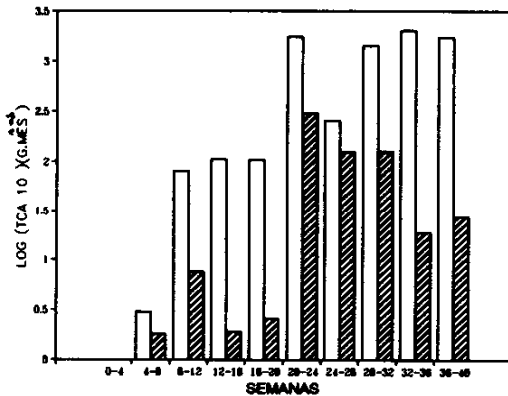


FIG. 4. Valores médios da taxa de crescimento absoluto de algarobeiras cultivadas em solo com ou sem fertilização, em diferentes épocas de coleta (▨ sem adubo; □ com adubo).

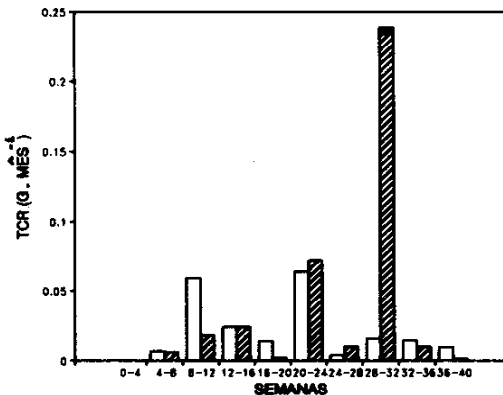


FIG. 5. Valores médios da taxa de crescimento relativo de algarobeiras cultivadas em solo com ou sem fertilização, em diferentes épocas de coleta (▨ sem adubo; □ com adubo).

A taxa de assimilação pode ser calculada quando existe uma correlação linear entre área foliar e matéria seca total. Como, nesse caso, existiu correlação, os cálculos feitos revelaram que as plantas crescidas em solo adubado apresentaram os maiores valores de taxa assimilatória líquida em quase todo o período (Fig. 6).

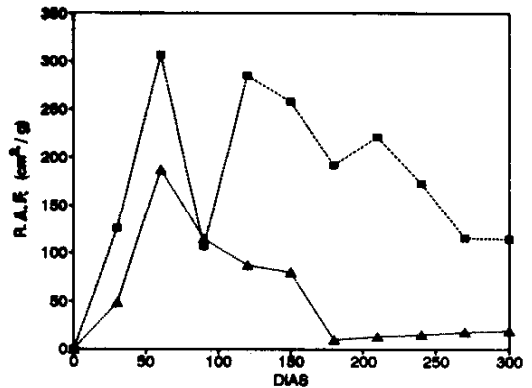


FIG. 6. Valores médios da razão de área foliar de algarobeiras cultivadas em solo com ou sem fertilização, em diferentes épocas de coleta (▲ sem adubo; ■ com adubo).

A razão de área foliar não se manteve constante durante os experimentos, mas os maiores valores foram registrados para plantas que receberam adubo orgânico. Como este parâmetro fornece a relação entre superfície fotossintetizante e matéria seca total, constatou-se que as algarobeiras crescidas em solo sem fertilização têm "um capital produtivo" muito menor (Fig. 6).

A área foliar específica é um componente morfofisiológico, apresentando tendência a aumento e posterior decréscimo nos valores, nas diferentes condições de cultivo, porém com os maiores valores registrados em plantas do solo fertilizado (Fig. 7).

O componente fisiológico, a razão de peso foliar, permaneceu constante nas duas primeiras coletas das algarobeiras cultivadas em ambos os tratamentos. Em seguida, esses valores oscilaram bastante até o final dos experimentos. Quando se analisa a razão de peso foliar, tem-se a estimativa da primeira fase de translocação de matéria seca: exportação do centro de produção para o resto da planta.

A razão de peso foliar é definida pela divisão entre a massa de material fotossintetizante em relação ao peso total das plantas. Apresenta tendência a um decréscimo contínuo com a idade, em razão do aumento da biomassa não-fotossintetizante, como flor

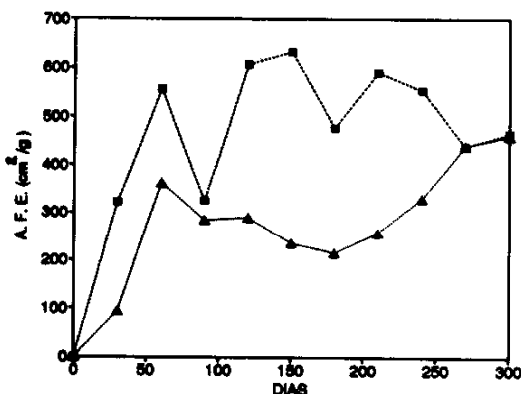


FIG. 7. Valores médios da área foliar específica de algarobeiras cultivadas em solo com ou sem fertilização, em diferentes épocas de coleta (▲ sem adubo; ■ com adubo).

e fruto. Como esses experimentos foram realizados com plantas jovens, em fase vegetativa, essas diminuições podem indicar: a) um maior aumento da biomassa de caule ou raiz, no caso das plantas crescidas no solo com adubo; b) senescência precoce dos folíolos, tratando-se de plantas cultivadas em solo sem adubo.

A razão de área foliar pode ser encarada como a razão de matéria seca retida na folha e não-exportada das folhas para o resto da planta. A maior ou a menor exportação de material foliar é característica genética ou influência do ambiente.

A respeito da distribuição de matéria orgânica entre os diferentes órgãos, verificou-se que as plantas cultivadas em solo adubado investiram mais em caule e folhas do que em raízes. As algarobeiras cultivadas em solo sem adubo apresentaram um maior investimento nas folhas, seguido por caules, nos primeiros 60 DAE; entre 90 e 120 DAE, houve um maior investimento em caules e depois em folhas; aos 150 DAE, encontrou-se cerca de 32% de matéria orgânica em caules e folhas. Após essa data, houve uma mudança brusca, passando as plantas a apresentarem cerca de 90% de matéria orgânica nas raízes. A relação fitomassa epígea e fitomassa hipógea apresentou um comportamento contrastante nos dois tratamentos: declínio nas plantas cultiva-

das em solo sem fertilização e aumento nas algarobeiras dos solos fertilizados (Figs. 8, 9 e 10).

Também Müller et al. (1985) observaram que o cultivo de árvores frutíferas nativas da Amazônia apresenta maior crescimento com a adição de esterco curtido ao solo.

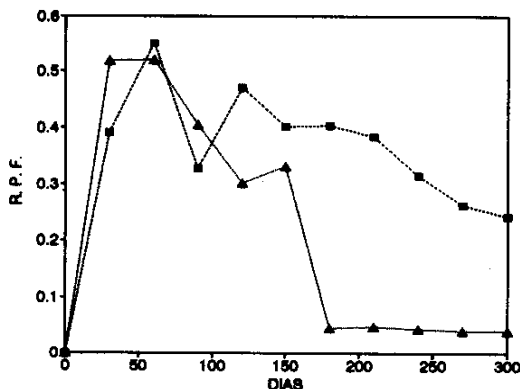


FIG. 8. Valores médios da razão do peso foliar de algarobeiras cultivadas em solo com ou sem fertilização, em diferentes épocas de coleta (▲ sem adubo; ■ com adubo).

A avaliação dos parâmetros biométricos e fisiológicos, em seu conjunto, revelou que as algarobeiras responderam à diferença nos teores de matéria orgânica no solo, apresentando maiores taxas de crescimento absoluto e relativo. O solo, sem adição de matéria orgânica, induziu uma carência nutricional, possivelmente interferindo na atividade dos meristemas, reduzindo a altura, o número de folhas e, talvez, a fotossíntese.

Nos três períodos em que foram realizadas as avaliações (45, 180, 300 DAE), verificou-se uma maior resistência à seca em plantas cultivadas em solo com adição de matéria orgânica. Essas plantas demoraram mais tempo a atingir o ponto de compensação por água, e, nesse ponto, exibiram maiores valores de conteúdo relativo de água nos tecidos do que as plantas cultivadas em solo sem fertilização (Tabela 1).

O solo adubado se conservou mais úmido do que aquele sem adubo e as plantas que aí se desenvolve-

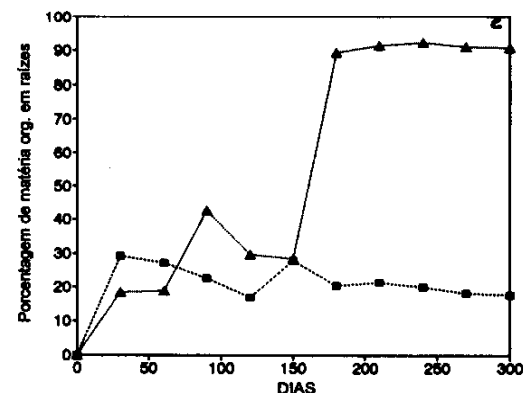
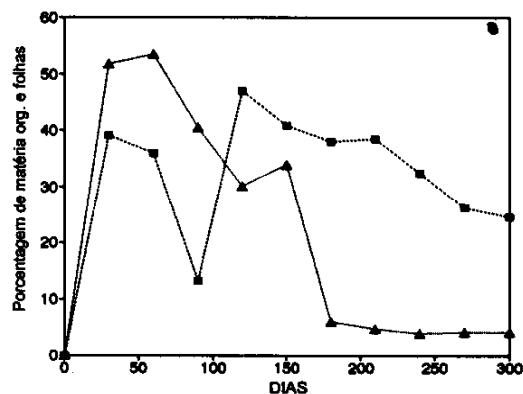
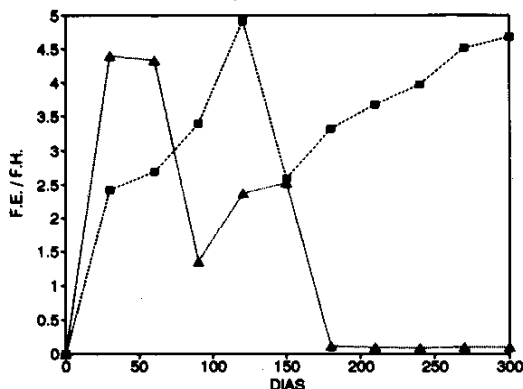
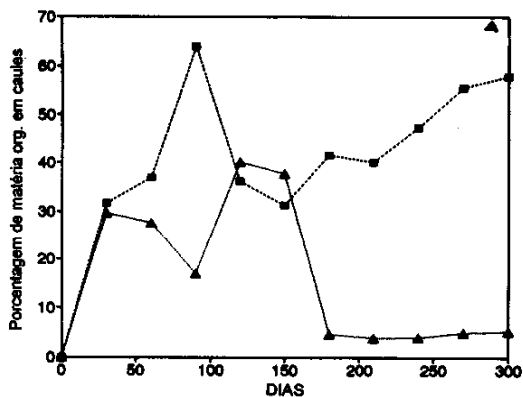


FIG. 9. Distribuição da matéria seca, em porcentagem do total, em caules (A), folhas (B) e raiz (C) (▲ sem adubo; ■ com adubo).

FIG. 10. Valores médios da relação fitomassa epígea/hipógea de algarobeiras cultivadas em solo (▲ sem adubo; ■ com adubo).

ram eram maiores e mais vigorosas. Isso deve ter contribuído para a manutenção de maiores teores de água nos tecidos e, conseqüentemente, permitiu maior resistência à seca.

Neste estudo, os valores críticos de potencial hídrico foliar e conteúdo relativo de água para algarobeiras crescidas em solo fertilizado aos 45, 180 e 300 DAE foram, respectivamente: entre -1,95 e -2,3MPa, entre 67,8 e 65,9%; -2,5MPa, entre 62,15 e 61,66%; entre -4,4 e -4,5MPa, entre 65,98 e 60%. Para as algarobeiras cultivadas em solo sem fertilização, com 45, 180, 300 DAE, têm-se os valores: entre -2,6 e -2,8MPa, entre 51,5 e 51%; entre -2,8 e -2,5MPa, entre 64,3 e 60,8%; entre -3,0 e -3,4MPa, entre 65,15 e 64,58%.

Quando se analisam os valores críticos de potencial hídrico foliar, é importante verificar os decréscimos do conteúdo relativo de água por unidade de potencial hídrico decrescido. Quando este decréscimo é menor, por unidade de potencial hídrico, há uma indicação de maior tolerância à dessecação, podendo o potencial hídrico decair para valores mais baixos, antes do conteúdo de água crítico, para atingir a morte.

A variação do potencial hídrico e do conteúdo relativo de água para plantas crescidas em solo adubado com 45, 180, 300 DAE de idade foi, respectivamente: -1,58MPa e 27,4%; -1,9MPa e 36,24%; -3,5MPa e 33,27%.

TABELA 1. Valores médios de potencial hídrico (ψ), conteúdo relativo de água (C. R. A.) de algarobeiras cultivadas em solo com (C.M.O.) ou sem (S.M.O.) adição de matéria orgânica, após a aplicação do estresse.

Data	Plantas com 45 DAE					
	Ψ (-MPa)		C.R.A. (%)		Fotossíntese	
	CMO	SMO	CMO	SMO	CMO	SMO
20/9	-0,72	-0,70	93,30	93,25	presente	presente
22/9	-0,87	-1,80	90,12	90,12	presente	presente
26/9	-0,96	-1,55	86,3	77,30	presente	presente
31/10	-1,00	-1,60	87,4	68,8	presente	presente
5/10	-1,02	-1,65	79,06	53,3	presente	presente
7/10	-1,50	-1,86	77,42	52,8	presente	presente
11/10	-1,55	-2,32	76,63	50,7	presente	presente
12/10	-1,68	-2,62	75,38	51,50	presente	presente
13/10	-1,68	-2,82	74,48	51,0	presente	presente
14/10	-1,55		71,80		presente	
17/10	-1,80		71,0		presente	
19/10	-1,80		69,8		presente	
20/10	-1,75		70,04		presente	
21/10	-1,95		67,8		presente	
24/10	-2,30		65,9		ausente	
	Plantas com 180 DAE					
26/1	-0,60	-0,65	97,9	98,6	presente	presente
2/2	-0,65	-0,90	96,8	95,4	presente	presente
9/2	-0,98	-1,2	89,4	90,6	presente	presente
13/2	-0,95	-1,55	78,49	84,8	presente	presente
20/2	-1,35	-1,57	71,12	79,4	presente	presente
23/2	-1,50	-1,70	71,12	78,8	presente	presente
24/2	-1,89	-1,92	69,73	70,7	presente	presente
25/2	-2,20	-2,57	64,43	64,3	presente	presente
27/2	-2,48	-2,85	63,52	60,8	presente	presente
1 ^o /3	-2,50		62,80		presente	
2/3	-2,50		62,15		presente	
3/3	-2,50		61,6		presente	
	Plantas com 300 DAE					
26/4	-1,0	-1,00	93,45	94,99	presente	presente
28/4	-1,2	-1,45	92,38	90,04	presente	presente
2/5	-1,4	-1,80	86,33	81,00	presente	presente
5/5	-1,65	-2,00	85,22	82,4	presente	presente
8/5	-2,25	-2,25	80,15	78,65	presente	presente
9/5	-3,2	-2,30	78,64	69,37	presente	presente
10/5	-3,5	-2,50	73,12	68,18	presente	presente
15/5	-3,8	-2,80	70,18	65,15	presente	presente
18/5	-3,9	-3,00	69,14	64,00	presente	presente
19/5	-4,0	-3,40	68,25	64,85	presente	ausente
22/5	-4,5		63,13		presente	
25/5	-4,5		60,18		presente	

Para as algarobeiras cultivadas em solo sem adubação, a variação total do potencial hídrico foliar e do conteúdo relativo de água com 45, 180 e 300 DAE foi, respectivamente: -2,5MPa e 42,2%; -2,2MPa e 37,9%; -2,4MPa e 30,1%.

Os menores decréscimos de conteúdo relativo de água por unidade de potencial hídrico foram encontrados em plantas com 300 DAE de ambos os tratamentos. Comparando-se os vegetais cultivados em solo com ou sem adubo, verificou-se que, no primeiro tratamento, há uma indicação de maior tolerância à dessecação, já que apresentam o menor decréscimo de conteúdo relativo de água por unidade de potencial hídrico decrescido.

A literatura refere que os valores críticos de potencial hídrico e conteúdo relativo de água foliar variam entre as espécies, entre cultivares e entre estádios do desenvolvimento. Assim, Sanchez - Diaz & Kramer (1971) encontraram valores críticos de conteúdo relativo de água igual a 45,6% e potencial hídrico foliar igual a -1,28MPa, em plantas de milho com 40 DAE. Para o sorgo, os valores críticos de conteúdo relativo de água foram 71% e de potencial hídrico foliar, igual a -1,57MPa, aos 40 DAE.

Para o potencial osmótico, verificou-se uma diminuição significativa desses valores após a aplicação do estresse hídrico (de -1,56MPa para -2,11MPa) (Tabela 2). Porém, aquelas cultivadas em solo sem adubo mantiveram os valores de potencial

osmótico após aplicação do estresse (-2,00 e -2,08MPa).

Outra estratégia utilizada pelas plantas para tolerarem a seca é o ajuste osmótico, que permite ao vegetal manter a turgescência mesmo com baixos valores de potencial hídrico, aumentando sua resistência à seca.

Comparando-se os valores dos potenciais osmóticos antes e depois do estresse, em termos percentuais, verificou-se a ocorrência de um decréscimo dos valores, superior a 10%, com exceção das algarobeiras com 45 DAE crescidas em solo de cerrado sem fertilização (Tabela 2). Os decréscimos no potencial osmótico encontrados neste estudo são maiores que -0,5MPa, valor teórico estipulado em outros estudos para plantas pré-condicionadas (Steponkus et al., 1980). Portanto, as algarobeiras apresentaram o ajuste osmótico, fator crítico para sobrevivência, durante o período de seca. Há também alterações metabólicas como, por exemplo, aumento na taxa de respiração, que leva a um aumento no teor de ATP utilizado para reparação de danos promovidos pela dessecação (Street & Öpik, 1984).

O último aspecto abordado neste estudo foi a resposta de recuperação ao estresse. Ela foi mais rápida nas plantas do solo fertilizado, detectando-se ocorrência de fotossíntese quatro horas após a rega. As plantas cultivadas em solo sem fertilização perde-

TABELA 2. Valores médios do potencial osmótico (π) (-MPa) antes e após a aplicação do estresse, acompanhados da porcentagem de decréscimo.

Solo	Plantas com 45 DAE					
	Antes do estresse		Após o estresse		Porcentagem de decréscimo de π	
	π_0	π_{100}	π_0	π_{100}		
Com adubo	-2,04	-1,56	-2,54	-2,11	35,2	35,2
Sem adubo	-2,40	-2,00	-2,43	-2,08	1,04	1,04
Plantas com 180 DAE						
Com adubo	-2,32	-1,76	-2,04	-1,67	31,0	
Sem adubo	-2,04	-1,67	-2,78	-2,36	35,3	
Plantas com 300 DAE						
Com adubo	-1,92	-1,68	-2,08	-1,86	10,7	
Sem adubo	-2,44	-1,52	-2,34	-1,94	27,63	

ram as folhas, provavelmente devido ao aumento nos teores de ácido abscísico, que, em condições de estresse hídrico, em primeira instância, levam a um fechamento estomático e, numa etapa subsequente, à abscisão foliar (Wareing & Philipson, 1986), não sendo possível a determinação de ocorrência da fotossíntese. Quanto ao tempo necessário para a recuperação do estresse hídrico, Jones & Rawson (1979) observaram que, em plantas de sorgo, os valores de potencial hídrico retornaram ao valor controle, 12h após a rega. Para o girassol, Boyer (1973)

obteve recuperação do estresse moderado, 3 a 5h após a reidratação do solo. Conforto (1988) obteve recuperação do arroz 24h após a irrigação.

As algarobeiras com 45 DAE, cultivadas em solo com ou sem adubo, se recuperaram do estresse 24h após terem sido outra vez irrigadas. Já aquelas com 180 e 300 DAE, em ambos os tipos de solo, se recuperaram do estresse em menos de 24h. Assim, verifica-se que o período de recuperação varia com a intensidade do estresse e com o estágio do desenvolvimento (Tabela 3).

TABELA 3. Valores médios de potencial hídrico (Ψ), conteúdo relativo de água (C.R.A.) de algarobeiras cultivadas em solo com (CMO) ou sem (SMO), adição de matéria orgânica após 2, 4, 8, 24 e 48h de reidratação do solo.

Tempo (h)	Plantas com 45 DAE					
	Ψ (-MPa)		C.R.A. (%)		Fotossíntese	
	CMO	SMO	CMO	SMO	CMO	SMO
2	-1,2	-1,32	88,7	70,85	ausente	*
4	-0,9	-1,2	91,6	83,45	presente	*
24	-0,8	-1,00	90,7	85,7	presente	*
48	-0,7	-0,75	93,2	90,70	presente	*

* Sem determinações.

CONCLUSÕES

1. A avaliação dos parâmetros biométricos e fisiológicos revelou que as algarobeiras cultivadas em solo de cerrado com adubo orgânico apresentaram maior produção de biomassa.

2. A tolerância à seca das algarobeiras foi aumentando com a idade.

3. As plantas cultivadas em solo adubado apresentaram maior resistência à seca.

4. Um ajuste osmótico e uma menor diminuição do conteúdo relativo de água auxiliaram as plantas a sobreviverem ao estresse hídrico.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.T. Algarobeira - Promissora forrageira para região semi-árida. Bahia: EMATERBA, 1983. 52p. (Estudos Diversos, 13).

BENINCASA, M.M.P. Análise de crescimento de plantas - noções básicas. Jaboticabal: Funesp, 1988. 42p.

BOYER, J.S. Response of metabolism to low water potential in plants. *Phytopathology*, v. 63, p. 466-472, 1973.

BRANDES, D.; VIEIRA, C.; MAESTRI, M.; GOMES, F.R. Efeitos da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) I- Mudanças morfológicas e produção de matéria seca. *Experientia*, v.14, p. 1-49, 1972.

CATSKY, J. Determination of water deficits in disc cut out from leaf blades. *Biologia Plantarum*, v.2, p. 929-938, 1960.

CONFORTO, E. C. Efeitos do estresse hídrico sobre o desenvolvimento de arroz (*Oryza sativa* L) em convivência com capim pé-de-galinha (*Eleusine indica* L. Gabim). Rio Claro: UNESP, 1988. 115p. Dissertação de Mestrado.

- GUPTA, A.S.; BERKOWITZ, G.A. Osmotic adjustment, symplast volume, and nonstomatally mediated water stress inhibition on photosynthesis in wheat. *Plant Physiology*, v.85, n.4, p.1040-1047, 1987.
- JONES, M.M.; RAWSON, H. M. Influence of rate of development of leaf water use efficiency and osmotic potential in sorghum. *Physiologia Plantarum*, v.45, p.103-111, 1979.
- KÖLLER, H. R.; NYQUIST, W. E., CHORUSH, I. S. Growth analysis of the soybean community, *Crop Science*, v.10, p.407-412, 1970.
- LARCHER, W.; MORAES, J.P.A.V.; BAUER, H. Adaptive response of leaf water potential, CO₂ and water use efficiency of *Olea europaea* during drying and rewetting. In: MARGARIS, N.S.; MOONEY, H.A. (Eds.). *Components of mediterranean - climatic regions - basic and applied aspects*. The Hague: Junk Publishers, 1981. p.77-84.
- LIETH, H.; ASHTON, D.H. The light compensations points of some herbaceous inside and outside deciduous woods in Germany. *Canadian Journal of Botany*, v.39, p.1255-1266, 1962.
- MAGALHÃES, J.L. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. (Ed.). *Fisiologia Vegetal*. São Paulo: EDUSP, 1979. v.1, cap. 8, p.331-350.
- MALAVOLTA, E.; KLIEMAN, H.J. *Desordens nutricionais no cerrado*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e do Fosfato, 1985. 136p.
- MELKONIAN, J.J.; WOLFE, J.; STEPONKUS, P.L. Determination of the volumetric modulus of elasticity of wheat leaves by pressure volume relations and the effect of drought conditions. *Crop Science*, v.22, p.116-123, 1982.
- MÜLLER, C. H., KATO, A. K.; DUARTE, M. de L. R. *Manual de cultivo de frutíferas*. Belém: EMBRAPA - CPATU, 1985. 28p.
- NILWIK, H.J.M. Growth analysis of sweet pepper (*Capsicum annum* L.) 1. The influence of irradiance and temperature under glasshouse conditions in winter. *Annals of Botany*, v.48, p.129-136, 1980.
- NILWIK, H.J.M. Growth analysis of sweet pepper (*Capsicum annum* L.) 2. Interacting effects of irradiance, temperature and plant age in controlled conditions. *Annals of Botany*, v.49, p.137-145, 1981.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; CARVALHO JÚNIOR, L.F.; MORAES, J.A.P.V. Comparação de vários métodos para determinação do conteúdo de água em plantas de cerrado. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 2., 1982, São Carlos. *Anais*. [S.l.: s.n.], 1982. p.71-85.
- SANCHEZ-DIAZ, M.F.; KRAMER, P.J. Behavior of corn and sorghum under water stress and during recovery. *Plant Physiology*, v.4, p.613-616, 1971.
- SANTOS FILHO, B.G. Crescimento foliar de quatro cultivares feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), na época das águas e da seca, em Viçosa. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1978. 27p. Dissertação de Mestrado.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HAMMINGSEN, E.A.; BRADSTREET, E.D. Hydrostatic pressure and osmotic potential of mangane and some other plants.. *Proceedings of National Academy of Science*, v.52, p.112-119, 1964.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HAMMINGSEN, E.A.; BRADSTREET, E.D. Sap pressure in vascular plants. *Science*, N. York, v.148, p.339-346, 1965.
- STEPONKUS, P.L.; SHANAN, K.N.; CUTLER, J.M. *Osmotic adjustment in rice*. Los Banos: International Rice Research Institute, 1980, p.181-194.
- STREET, H.E.; ÖPIK, H.O. *The physiology of flowering plants - their growth and development*. 3.ed. London: Edward Arnold Publishers, 1984. 279p.
- WAREING, P. F.; PHILIPSON, I. D. J. *Growth & differentiation in plants*. 3.ed. New York: Pergamon Press, 1986, 346p.
- WATSON, D.S. The physiological basis of variation in Yield. *Advances in Agronomy*, v.4, p.101-145, 1965.