

RELAÇÕES ÁGUA-SOLO-PLANTA-ATMOSFERA

ENROLAMENTO E EXPANSÃO DAS FOLHAS DE MILHO SUBMETIDAS A DÉFICIT HÍDRICO EM DIFERENTES SOLOS

Reginaldo Ferreira Santos¹ e Reimar Carlesso²

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do déficit hídrico no enrolamento e na expansão das folhas de milho cultivado em solos de diferentes classes texturais. O experimento foi instalado em área do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria. Utilizou-se um conjunto de 12 lisímetros de drenagem, com dimensões de 1,56 m de comprimento, 1,00 m de largura e 0,80 m de profundidade, protegidos das precipitações através de uma cobertura móvel de plástico transparente. Os tratamentos consistiram de dois níveis de manejo da água no solo (irrigado e aplicação de déficit hídrico durante a fase de crescimento vegetativo das plantas, aos 15 dias após a emergência (DAE) das plantas) e de três classes de textura de solo (argiloso, franco e arenoso). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, fatorial, com duas repetições. Os resultados demonstraram que o maior enrolamento das folhas ocorre nas plantas de milho cultivadas em solo de textura argilosa e submetidas a déficit hídrico, enquanto a menor redução na expansão dessas folhas de milho foi observada em plantas cultivadas em solo de textura arenosa, submetidas a déficit hídrico

Palavras-chave: déficit hídrico, morfologia, textura de solo

LEAF ROLLING AND EXPANSION OF CORN SUBMITTED TO WATER DEFICIT IN SOILS OF DIFFERENT TEXTURES

ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the effect of the water deficit on leaf rolling and expansion of corn cultivated in soils of different textures. The experiment was installed in an area of the Agricultural Engineering Department of the Federal University of Santa Maria. A set of 12 drainage lysimeters with dimensions of 1.56 m length, 1.00 m width and 0.80 m depth was used. A rain shelter was used to avoid precipitation on the experimental area. A completely randomized design, factorial (2x3), was used with two replications. Treatments consisted of two water management regimes (irrigated and terminal soil water deficit imposed during vegetative growth at 15 days after emergency (DAE) of maize plants) and three soil textural classes (clayey, loamy and sandy). Larger leaf rolling of corn plants submitted to water deficit was observed in clayey soil texture. A lesser reduction in leaf expansion was observed in corn plants cultivated in sandy soil and submitted to water deficit.

Key words: water deficit, leaf rolling, leaf expansion, soil texture

¹ Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Doutorando em Irrigação e Drenagem, FCA/UNESP, CP 237, CEP 18603-970, Botucatu, SP, Fone (014) 821.3883, FAX (014) 821.3438

² Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Bolsista do CNPq, Professor Titular do Departamento de Engenharia Rural, CCR/UFSM, CEP 97119-900 Santa Maria, RS

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, diferentes critérios têm sido utilizados para se determinar o momento e a duração de ocorrência do déficit hídrico. Para Carlesso (1995) a quantidade de água armazenada no solo varia com a sua textura, o que leva as plantas a apresentarem diferentes comportamentos em relação aos mecanismos de adaptação. Por isso, embora inúmeras referências bibliográficas descrevam o efeito do déficit hídrico no crescimento e no desenvolvimento das plantas, poucos estudos têm investigado a sensibilidade dos indicadores do déficit hídrico em relação à disponibilidade de água no solo.

Muitos trabalhos têm investigado a resposta das plantas ao déficit hídrico, sugerindo vários mecanismos de adaptação utilizados durante o ciclo de desenvolvimento das plantas, que podem afetar o seu desenvolvimento normal. Begg (1980) e Carlesso (1993) observaram efeito acentuado do déficit hídrico em plantas de milho com o aumento no enrolamento e redução na expansão das folhas. Esses mecanismos procuram ajustar as plantas aos períodos de maior demanda evaporativa da atmosfera e à redução do conteúdo de água no solo.

A sensibilidade dos mecanismos de adaptação das plantas ao déficit hídrico depende do estágio de desenvolvimento da planta. Segundo Kramer (1995) o efeito do déficit hídrico sobre a maioria das culturas varia de acordo com sua duração, intensidade e período de ocorrência no ciclo da cultura. Para o autor, o déficit hídrico ocorre quando a quantidade de água absorvida pela planta é menor que a quantidade de água transpirada, de forma que os tecidos da planta não ficam totalmente túrgidos. O déficit hídrico, em plantas de milho, pode ocasionar o enrolamento das folhas em plantas bem irrigadas, nas horas mais quentes do dia, em verões de alta temperatura, até o enrolamento total das folhas, seguido por senescência das folhas e morte da planta.

Nas gramíneas, o enrolamento das folhas está incluído como uma das mais importantes respostas da planta à redução da água no solo, pois indica a ocorrência de déficit hídrico (Begg apud Carlesso, 1993). Para Jordan (1983) o enrolamento causa redução na área foliar efetiva da folha e, conseqüentemente, na área foliar fotossinteticamente ativa da planta, redução da desidratação e redução no consumo de água em períodos de elevada demanda evaporativa. Ainda Schulze et al. apud Aguiar (1993) salientam que a diminuição da área foliar do dossel das culturas é um importante mecanismo de adaptação a períodos de déficit hídrico.

O desenvolvimento e a duração da área foliar fotossinteticamente ativa da planta determinam, de acordo com Dale (1988) a fração de radiação solar a ser interceptada pelo dossel da cultura, influenciando o desenvolvimento e a produção final. No trabalho de Carlesso (1993) é demonstrado que a manutenção da área foliar fotossinteticamente ativa, em condições de déficit hídrico terminal, afeta a quantidade de água transpirada pelas plantas. Assim, em situação de déficit hídrico a manutenção da área foliar pela planta ocasiona estabilidade na produção, devido à maior fração de interceptação da radiação solar pela planta, quando a água for fator limitante (Ludlow & Muchow, 1990).

A resposta das plantas ao déficit hídrico varia qualitativa e quantitativamente (Kumar & Tieszen, 1980) e cada planta em

particular apresenta resposta diferenciada ao regime de umidade do solo. De acordo com Teare et al. (1973) a resposta das plantas ao déficit hídrico deve-se à habilidade das mesmas em controlar a transpiração e extração de água do solo. Porto (1993) procura unir a maioria desses conhecimentos demonstrando, em seu trabalho, que a quantidade de água do solo utilizada pelas plantas depende de quatro fatores: (i) da demanda evaporativa da atmosfera; (ii) da habilidade da planta em regular o fluxo de água através do sistema radicular até a parte aérea; (iii) da exploração das reservas de água do subsolo pelo sistema radicular e (iv) da condutividade hidráulica do solo.

Os mecanismos de resistência à seca, segundo Begg & Turner (1976) podem ser de três tipos: “evitar”, “tolerar” e “escapar” à seca. No “evitar”, as plantas fecham os estômatos e aprofundam o sistema radicular, para explorar um volume maior de solo, diminuindo o tamanho das células, aumentando o espessamento das paredes celulares e a cerosidade da cutícula; o “tolerar” está associado à habilidade da planta em manter o equilíbrio de suas funções fisiológicas em condições de déficit hídrico, e o “escapar” ocorre quando a planta antecipa o ciclo de desenvolvimento. Dentre os mecanismos de adaptação à seca, segundo Kramer (1995) o enrolamento pode ser classificado como um mecanismo de escape.

O déficit hídrico pode, também, segundo Arkin et al. (1978) afetar o desenvolvimento do dossel vegetativo através da alteração no número total de folhas da planta, na taxa de expansão e na senescência. Esses componentes são importantes na obtenção da área foliar disponível à transpiração e assimilação. A expansão da célula é dependente do turgor celular, o qual é extremamente sensível ao déficit hídrico (Taiz & Zeiger, 1991).

É importante o conhecimento do comportamento morfológico e fisiológico das plantas em relação a diferentes níveis de déficit hídrico, pois o fluxo de água do solo para a planta e, conseqüentemente, a sua atividade para assimilação e produção, dependem da disponibilidade hídrica e da eficiência do sistema radicular em extrair água do solo. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o processo de enrolamento e a expansão das folhas de plantas de milho submetidas a déficit hídrico terminal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 1995/1996, em área experimental do Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Rurais, localizado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, RS. O local está a 96 m acima do nível médio do mar, na latitude de 29° 43' S e longitude de 53° 42' W.

Utilizou-se um conjunto de 12 lisímetros de drenagem com dimensões de 1,56 m de comprimento, 1,00 m de largura e 0,80 m de profundidade. Os lisímetros foram protegidos das precipitações através de uma cobertura móvel de plástico transparente e preenchidos com respectivo solo conforme tratamento, de textura argila pesada (Latossolo Roxo distrófico) denominado, neste trabalho, como argiloso; franco-argilo-siltoso (Podzólico Vermelho-escuro) denominado como franco e (Podzólico Vermelho-amarelo) denominado como arenoso. Procedeu-se à coleta nos três locais, de quantidade suficiente

de solo da camada superficial do solo (0 a 0,20 m de profundidade) utilizada no preenchimento dos lisímetros de drenagem.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, fatorial (3x2) com duas repetições. Os tratamentos consistiram de dois níveis de manejo da água no solo (irrigado e aplicação de déficit hídrico durante a fase de crescimento vegetativo das plantas, a partir dos 15 dias após a emergência (DAE) das plantas) e três classes de textura de solo.

A adubação de correção e manutenção foi baseada nos resultados da análise do solo, seguindo-se a recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo-RS/SC (1989). Utilizou-se o equivalente a 3200 kg ha⁻¹ de calcário, 120 kg N ha⁻¹, 20 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 20 kg K₂O ha⁻¹ no solo de textura argilosa; 13.600 kg ha⁻¹ de calcário, 140 kg N ha⁻¹, 110 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 70 kg K₂O ha⁻¹ no solo de textura franca e 3.200 kg ha⁻¹ de calcário, 160 kg N ha⁻¹, 80 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 70 kg K₂O ha⁻¹ no solo de textura arenosa. O calcário foi aplicado 60 dias antes da semeadura e a adubação de manutenção foi realizada na linha, por ocasião da semeadura. O nitrogênio foi aplicado na linha, utilizando-se uréia parcelada em três aplicações: 1/3 na base e 2/3 aos 30 e 45 DAE.

O experimento foi implantado no dia 23 de fevereiro de 1996 e a emergência ocorreu no dia 27 de fevereiro; o espaçamento das plantas foi de 0,15 m entre plantas e 1,00 m entre linhas, perfazendo uma população de aproximadamente 65.000 plantas ha⁻¹ e a área em volta do experimento foi cultivada com milho, proporcionando uma bordadura de aproximadamente 500 m²; já o desbaste foi realizado aos cinco DAE e a irrigação foi realizada igualmente em todos os lisímetros, até 15 DAE. Na Tabela 1 são apresentados os valores médios mensais da temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e evaporação do tanque classe A, coletados na estação meteorológica, localizada a aproximadamente 400 m da área experimental.

Tabela 1. Valores médios mensais da temperatura média diária do ar, umidade relativa, radiação solar diária e evaporação do tanque classe A.

| Mês | Temperatura média (°C) | Umidade relativa (%) | Radiação solar (cal cm ⁻²) | Evaporação tanque classe A (mm.dia) ⁻¹ |
|-----------|------------------------|----------------------|--|---|
| Fevereiro | 23,55 | 78,82 | 413,29 | 3,25 |
| Março | 22,86 | 76,43 | 388,95 | 3,60 |
| Abril | 20,34 | 79,71 | 306,41 | 2,28 |
| Mai | 15,26 | 83,57 | 246,89 | 1,68 |
| Junho | 10,83 | 81,27 | 214,48 | 1,15 |
| Julho | 9,16 | 80,34 | 214,24 | 1,26 |

Foram selecionadas e identificadas quatro plantas por lisímetro para determinações não destrutivas do enrolamento e expansão das folhas. O enrolamento das folhas foi determinado, com o uso de um paquímetro, às 9:00, 11:00, 13:00, 15:00 e 17:00 horas, de três a quatro vezes por semana. Duas posições (metade e a ¾ da extremidade) foram marcadas em cada folha para o cálculo da fração de enrolamento da folha. O índice de enrolamento das folhas e a média diária foram calculados de acordo com a metodologia proposta por Carlesso (1993).

A expansão foliar foi determinada tomando-se a medida do comprimento da lâmina da folha através de uma régua, desde a

extremidade da folha até o ponto em que os lados opostos da lâmina se unem junto ao colmo da planta. Medidas da expansão foliar foram determinadas em todas as folhas das plantas, desde a emergência das folhas do cartucho até o aparecimento da bainha das folhas.

O conteúdo de água no solo foi determinado através de uma sonda de nêutrons (CPN, Model 503DR). Leituras foram realizadas três vezes por semana, com um incremento de profundidade de 0,20 m até a base do lisímetro; a lâmina total de água armazenada no solo foi calculada até a profundidade de 0,60 m, baseando-se nos valores de umidade correspondentes ao limite superior de disponibilidade de água às plantas, segundo metodologia descrita por Carlesso (1995) enquanto os resultados foram submetidos a análise estatística, utilizando-se o programa SAS. Determinou-se a análise da variância e os tratamentos foram comparados em nível de 5% de probabilidade, através do teste F e pelo teste de Tukey, para comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do quadrado médio da análise da variância para o enrolamento das folhas (Tabela 2) indicaram diferenças significativas entre as três classes de textura do solo. O enrolamento máximo das folhas de milho foi 0,34, 0,67 e 0,45 para as plantas de milho cultivadas em solo de textura argilosa, franca e arenosa, respectivamente. Diferenças entre as classes de textura do solo foram observadas a partir dos 47 DAE; entretanto, determinações do enrolamento foliar realizadas às 9:00 horas apresentaram diferenças significativas a partir dos 54 DAE.

Tabela 2. Resultados do quadrado médio da análise da variância para o enrolamento das folhas de plantas de milho, submetidas a déficit hídrico em solos de texturas diferentes

| Causas da variação | Dias após a emergência | | | | | |
|----------------------------|------------------------|---------|---------|---------|----------|---------|
| | 47 | 54 | 59 | 63 | 68 | 72 |
| Enrolamento às 9:00 horas | | | | | | |
| Textura | 0,002 ns | 0,109* | 0,523* | 0,095* | 0,159 ns | 0,165* |
| Resíduo | 0,0003 | 0,002 | 0,003 | 0,002 | 0,003 | 0,004 |
| CV % | 1,666 | 5,191 | 6,672 | 6,503 | 7,715 | 9,049 |
| Enrolamento às 11:00 horas | | | | | | |
| Textura | 0,0963* | 0,1803* | 0,075ns | 0,1253* | 0,0915* | 0,1389* |
| Resíduo | 0,001 | 0,000 | 0,0104 | 0,0037 | 0,0082 | 0,0014 |
| CV % | 3,74 | 0,000 | 11,489 | 8,333 | 13,82 | 5,64 |
| Enrolamento às 13:00 horas | | | | | | |
| Textura | 0,1176* | 0,1734* | 0,1633* | 0,1095* | 0,0866* | 0,0991* |
| Resíduo | 0,00007 | 0,0007 | 0,0008 | 0,0113 | 0,0048 | 0,0029 |
| CV % | 0,9494 | 0,9837 | 3,422 | 15,507 | 10,676 | 9,075 |
| Enrolamento às 15:00 horas | | | | | | |
| Textura | 0,115* | 0,180* | 0,187* | 0,118* | 0,095* | 0,106* |
| Resíduo | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,005 | 0,004 | 0,006 |
| CV % | 0,473 | 0,988 | 0,000 | 10,290 | 10,189 | 12,750 |
| Enrolamento às 17:00 horas | | | | | | |
| Textura | 0,109* | 0,177* | 0,191* | 0,113* | 0,120* | 0,125* |
| Resíduo | 0,0002 | 0,00007 | 0,00002 | 0,006 | 0,005 | 0,003 |
| CV % | 1,415 | 1,478 | 0,497 | 11,475 | 10,327 | 9,121 |

cv Coeficiente de variação

ns Não significativo pelo teste F a nível de significância de 5%

* Significativo pelo teste F a nível de significância de 5%

Observando a Figura 1 verifica-se que as plantas cultivadas no solo de textura argilosa apresentaram maior enrolamento foliar, o qual se deveu ao maior consumo de água pelas plantas no período inicial de crescimento das plantas em relação às plantas cultivadas nos solos de textura franca e arenosa.

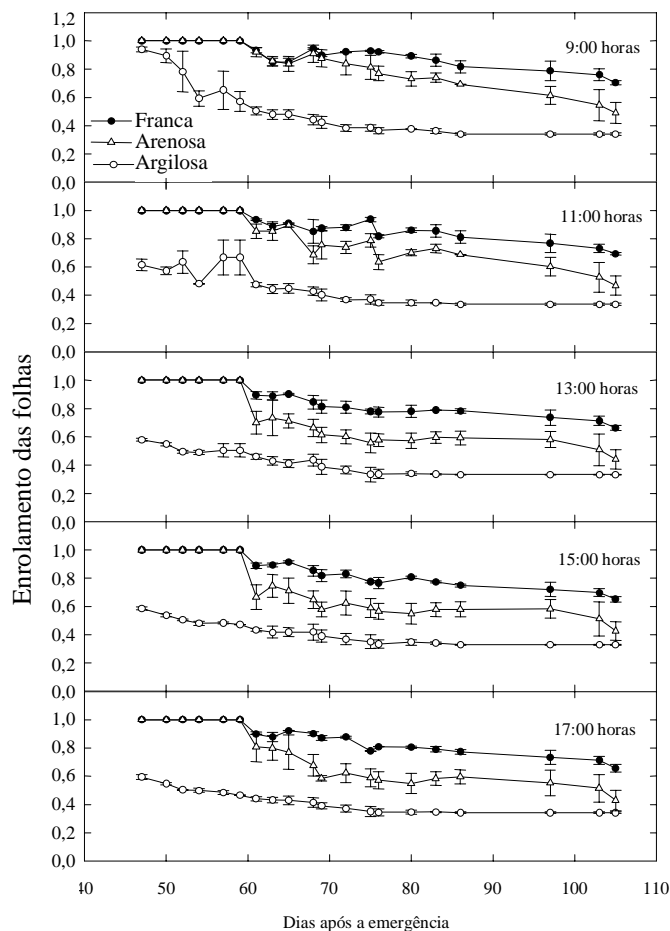


Figura 1. Enrolamento das folhas das plantas de milho, durante o período de déficit hídrico, cultivadas em solo de textura argilosa, franca e arenosa.

A variação diária do enrolamento das folhas aos 47, 68 e 105 DAE (Figura 2) respectivamente início, meio e final do período de enrolamento das folhas das plantas, demonstrou que no início do período de déficit hídrico os primeiros sintomas de enrolamento das folhas ocorreram nas horas mais quentes do dia, quando a demanda evaporativa da atmosfera era elevada (período das 11:00 às 15:00 horas). O índice de enrolamento das folhas decresceu desde o início da manhã até por volta das 15:00 horas, devido à elevação da temperatura do ar, radiação solar e ao déficit de pressão da atmosfera, além de a menores valores de umidade relativa do ar. A recuperação da turgescência nos tecidos das folhas reiniciava-se no final do dia, reduzindo o enrolamento, porém, não por completo (Figura 1). Esta recuperação da turgescência decresceu com a intensificação do déficit hídrico, e com prolongamento do mesmo, a recuperação do enrolamento das folhas foi gradativamente reduzida. Resultados semelhantes foram também observados por Fiorin (1993).

O sintoma de déficit hídrico apresentado pelas plantas através do enrolamento das folhas ocasiona redução na interceptação

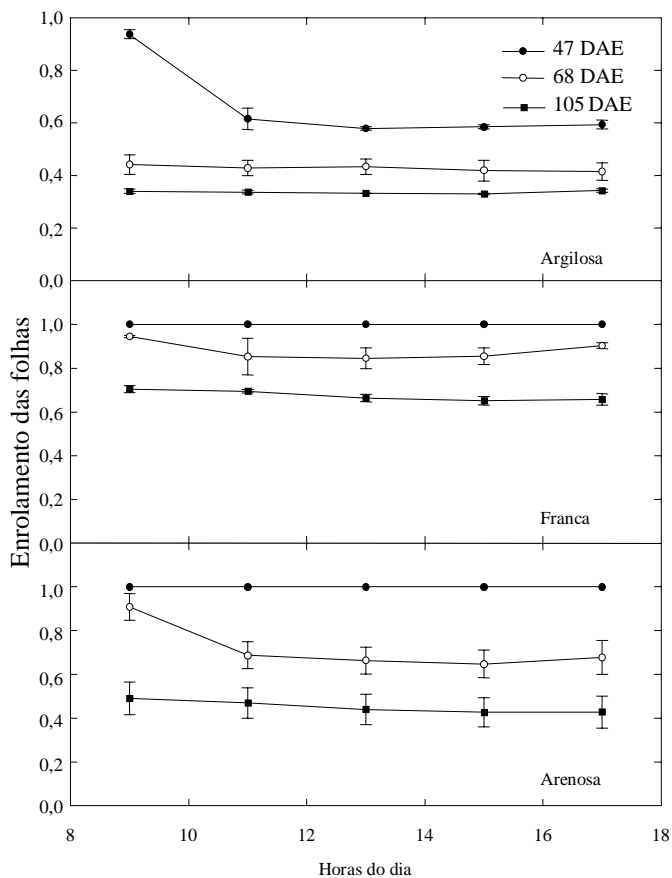


Figura 2. Enrolamento das folhas das plantas de milho no início (47 DAE), meio (68 DAE) e final (105 DAE) do período de déficit hídrico.

da radiação solar e na produção de carboidratos, reduzindo a área foliar fotossinteticamente ativa e a expansão das folhas. Carlesso (1993) demonstrou que o aumento no enrolamento das folhas durante um período de déficit hídrico ocasionou redução da área foliar das plantas expostas a radiação e, como consequência, menor interceptação da radiação pelo dossel da cultura e produção de carboidratos. Para Johns (1978) o enrolamento das folhas aumenta o uso eficiente da água, pois reduz a área foliar exposta da planta à radiação (perda de água).

A expansão acumulada das folhas das plantas de milho submetidas a déficit hídrico terminal e cultivadas nos solos de textura argilosa, franca e arenosa, é apresentada na Figura 3. A análise estatística dos resultados não indicou diferenças significativas entre as classes de textura do solo, para a expansão das folhas das plantas submetidas a déficit hídrico terminal.

A intensificação no déficit hídrico durante o período vegetativo reduziu a expansão acumulada das folhas e os resultados estão de acordo com os apresentados por NeSmith & Ritchie (1992); para Henson et al. (1989) a expansão foliar é o processo mais sensível ao déficit hídrico. A expansão e o enrolamento das folhas são mecanismos que dependem da pressão de turgor, extremamente sensível ao déficit hídrico, enquanto a diferença entre os mecanismos de enrolamento e expansão das folhas utilizados pelas plantas para adaptação à redução do conteúdo de água no solo é que a elongação é um processo irreversível, enquanto o enrolamento tende a voltar ao normal rapidamente, com a interrupção do déficit hídrico (reversível).

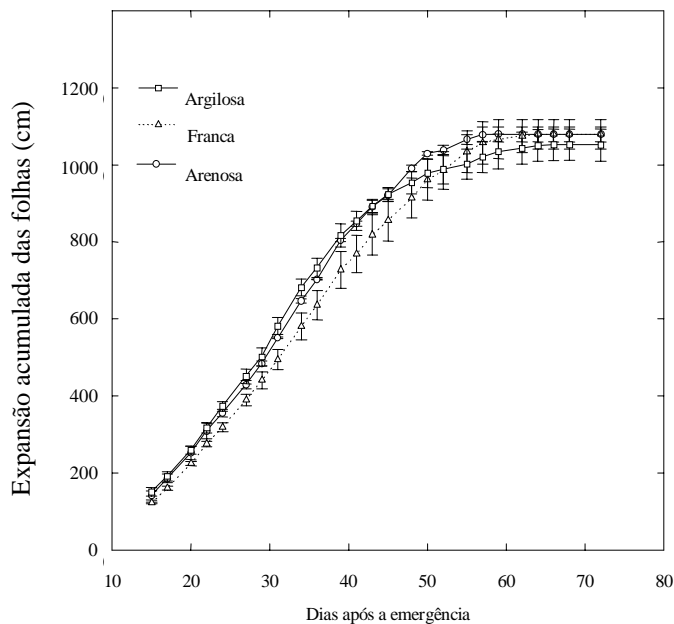


Figura 3. Expansão acumulada das folhas das plantas de milho submetidas a déficit hídrico e cultivadas em solo de textura argilosa, franca e arenosa.

As folhas das plantas cultivadas no solo de textura arenosa apresentaram menor período de expansão foliar que quando cultivadas nas outras classes de textura do solo (Figura 3); entretanto, aos 53 DAE a maior redução na expansão ocorreu nas folhas das plantas cultivadas em solo de textura argilosa, indicando atraso no ciclo de crescimento da cultura. Resultados da influência do déficit hídrico na redução da expansão das folhas do milho são relatados por Acevedo et al. (1971) e Jordan (1983).

As plantas cultivadas em solo de textura arenosa e submetidas a déficit hídrico apresentaram maiores valores médios de expansão das folhas até os 36 DAE, quando a quantidade de água armazenada no solo era de 43,4 mm e, embora apresentassem menor lâmina total de água armazenada no solo em relação aos demais solos, o solo de textura arenosa possibilitou maior adaptação das plantas de milho à redução da umidade do solo.

Na Figura 4 é apresentada a variação dos valores da lâmina total de água armazenada no solo ao longo do ciclo da cultura do milho, para cada camada do perfil do solo. Os resultados do quadrado médio da análise da variância para lâmina total de água armazenada no perfil do solo estão apresentados na Tabela 3 e os resultados indicam diferenças no armazenamento de água no solo entre as classes de textura do solo a partir dos 15 DAE.

A lâmina total de água armazenada no perfil de 0,60 m de profundidade do solo, para as três classes de textura do solo, nos tratamentos submetidos ao déficit hídrico terminal, foi de 202,9, 214,0 e 112,9 mm para os solos de textura argilosa, franca e arenosa, respectivamente. Os valores residuais de armazenamento de água no solo, após a senescência de todas as plantas cultivadas, foram de 130,4, 139,0 e 34,4 mm para os solos de textura argilosa, franca e arenosa, respectivamente.

No período inicial de ocorrência do déficit hídrico, dos 15 aos 40 DAE, no solo de textura argilosa ocorreu maior extração de água no solo, ocasionando maior desenvolvimento do dossel vegetativo, contribuindo para a ocorrência mais acentuada do

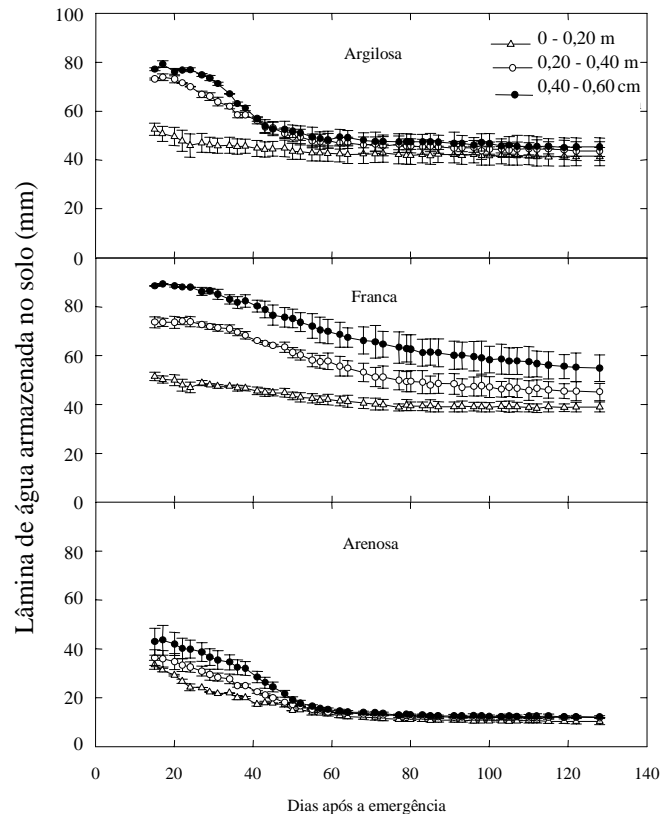


Figura 4. Lâmina de água armazenada em cada profundidade dos solos de textura argilosa, franca e arenosa submetidos a déficit hídrico.

Tabela 3. Quadrado médio da análise da variância para a lâmina total de água armazenada no solo para as três classes de textura.

| DAE | Quadrado Médio | | CV (%) |
|-----|----------------|--------|--------|
| | Textura | Erro | |
| 15 | 13.356,25* | 98,56 | 5,6 |
| 20 | 14.069,28* | 109,57 | 6,0 |
| 27 | 15.101,27* | 103,61 | 6,0 |
| 31 | 14.406,82* | 78,51 | 5,3 |
| 38 | 14.460,57* | 16,41 | 2,4 |
| 43 | 14.981,82* | 46,83 | 4,4 |
| 48 | 15.203,54* | 61,53 | 5,2 |
| 55 | 15.761,30* | 73,14 | 5,9 |
| 62 | 15.628,30* | 86,03 | 6,5 |
| 68 | 16.181,17* | 105,49 | 7,5 |
| 71 | 16.383,98* | 125,47 | 8,3 |
| 73 | 16.039,99* | 125,68 | 8,2 |

* Significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade

DAE - Dias após a emergência;

CV Coeficiente de variação

enrolamento das folhas. Este comportamento foi devido à rápida redução na disponibilidade de água no solo às plantas.

No solo de textura argilosa, a partir do 22 DAE praticamente não houve variação no conteúdo de água na camada de 0-0,20 m de profundidade, indicando que a quantidade de água existente no solo não era mais disponível às plantas; no entanto, houve progressiva redução nos valores da umidade do solo nas camadas de 0,20 - 0,40 m e 0,40 - 0,60 m, até aproximadamente aos 57 DAE, ocasionando aprofundamento do sistema radicular das

plantas. Este comportamento também foi verificado por Carlesso (1993) que observou acréscimo na taxa de absorção de água do solo nas camadas mais profundas do perfil.

Para Matzenauer (1992) o processo de secagem do solo pode ocorrer em dois estágios: (i) primeiro, com o solo úmido, a taxa de secagem do solo é controlada por fatores externos, sendo a duração desse estágio influenciada pela taxa de evaporação, pela profundidade do solo e pelas propriedades hidráulicas; (ii) segundo, a superfície do solo resseca-se e a evaporação ocorre dentro do solo, o vapor d'água passa a chegar à superfície do solo por difusão molecular e diminui a medida em que aumenta o ressecamento.

Embora neste experimento não tenham sido realizadas determinações do sistema radicular das plantas, observando a Figura 4, verifica-se, uma distribuição e penetração das raízes nas camadas mais profundas do solo. Durante o período inicial do déficit hídrico o sistema radicular das plantas foi mais efetivo na extração de água na camada superficial, até 24 DAE, para os solos de textura argilosa e franca, mas, no solo de textura arenosa a extração de água nesta camada estendeu-se até aproximadamente aos 41 DAE.

CONCLUSÕES

1. Maior enrolamento das folhas das plantas de milho ocorreu quando cultivadas em solo de textura argilosa e submetidas a déficit hídrico.

2. Menor redução na expansão das folhas das plantas de milho submetidas a déficit hídrico foi observada em plantas cultivadas em solo de textura arenosa.

3. O solo de textura arenosa apresentou menor lâmina total de água armazenada no perfil, embora menor efeito do déficit hídrico tenha sido observado no enrolamento e na expansão das folhas das plantas de milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, E.; HISIAO, T.C.; HENDERSON, D.W. Immediate and subsequent growth responses of maize leaves to changes in water status. **Plant Physiology** v.48, p.631-36, 1971.
- AGUIAR, N.O.A. **Comportamento fisiológico e produtivo da ervilha (*Pisium sativum* L.) submetida a diferentes potenciais de água no solo.** Botucatu: UNESP, 1993. 150p. Dissertação Mestrado
- ARKIN, G.F.; RITCHIE, J.T.; MAAS, S.J. A model for calculating light interception by a grain sorghum canopy. **Transaction ASAE**, St Joseph, v.21, p.303-308, 1978.
- BEGG, J.E.; TURNER, N.C. Crop water deficits. **Advances in Agronomy** San Diego v.28, p.161-217, 1976.
- BEGG, J.E. Morphological adaptations of leaves to water stress. In: TURNER, N.C., KRAMER, P.J. **Adaptation of plants to water and high temperature stress.** New York: John Wiley & Sons, 1980. Cap. 3, p.33-42.
- CARLESSO, R. **Influence of soil water deficits on maize growth and leaf area adjustments.** East Lansing, MI. EUA: Michigan State University. 1993. Ph.D. Thesis
- CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus extraível e a produtividade das culturas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n.1, p.183-188, 1995.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Recomendações da adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Passo Fundo: SBSC - Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 2 ed. 1989. 128p.
- DALE, J.E. The Control of leaf expansion. **Annual Review of Plant Physiology**, n.39, p.267-95, 1988.
- FIORIN, J.E. **Armazenamento de água no solo, crescimento e produção do milho e teste de modelo de simulação.** Santa Maria, RS: UFSM, 1993. 128p. Dissertação Mestrado
- HENSON, I.E.; JENSEN, C.R.; TURNER, N.C. Leaf gas exchange and water relations of lupins and wheat. I. Shoot responses to soil water deficits. **Australian Journal of Plant Physiology**. v.16, p.401-413, 1989.
- JOHNS, G.G. Transpirational, leaf area, stomatal and photosynthetic responses to gradually induced water stress in four temperate herbage species. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.5, p.113-125, 1978.
- JORDAN, W.R. Whole plant response to water deficit: An overview. In TAYLOR, H.M.; JORDAN, W.R.; SINCLAIR, T.R. **Limitations to efficient water use in crop production.** ASA, CSSA, and SSA, Mandison, WI. p. 289-317, 1983.
- KRAMER, P.J. **Plant and soil water relationships. A modern synthesis.** New Delhi: Mc-Graw-hill, 1995. 482p.
- KUMAR, D.; TIESZEN, L.L. Photosynthesis in *Coffea arabica*. II Effects of water stress. **Expl. Agriculture**. v.16, p, 21-27, 1980.
- LUDLOW, M.M.; MUCHOW, R.C. A critical evaluation of trits for improving crop yields in water-limited environments. **Advances in Agronomy**. San Diego v.43, p.107-153, 1990.
- MATZENAUER, R. Evapotranspiração de plantas cultivadas e coeficiente de cultura. In. BERGAMASCHI, H. **Agrometeorologia aplicada à irrigação.** Porto Alegre, UFRGS, Ed. Universidade, p.33-47. 1992.
- NeSMITH, D.S.; RITCHIE, J.T. Short and long-term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, p.107-113. 1992.
- PORTO, A.L.P. **Efeitos do déficit hídrico e do nitrogênio em cobertura em folhas de sorgo granífero (*Sorghum bicolor*, L).** Botucatu, SP. 1993. 101p. Dissertação Mestrado
- TAIZ.; L., ZEIGER. **Plant Physiology** Redwood City, California: The Benjamim/Cummings Publishing Company Inc., 1991.
- TEARE, I.D.; KANEMASU, E.T.; POWERS, P.L. Water use efficiency and its relation to crop canopy area, stomatal regulation and root distribution. **Agronomy Journal**, Madison, v. 65, p. 207-211, 1973.