



Acta Scientiarum. Agronomy

ISSN: 1679-9275

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

Meneghetti, Adriana Maria; Ferreira Santos, Reginaldo; Pereira Nóbrega, Lúcia Helena; Iastiaque
Martins, Gislaine

Análise de crescimento de minimilho submetido a lâminas de irrigação

Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 30, núm. 2, 2008, pp. 211-216

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026578009>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Análise de crescimento de minimilho submetido a lâminas de irrigação

Adriana Maria Meneghetti*, Reginaldo Ferreira Santos, Lúcia Helena Pereira Nóbrega e Gislaine lastiaque Martins

Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 85814-110, Cascavel, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: adri@innet.com.br

RESUMO. Este trabalho avaliou lâminas de irrigação no crescimento da cultura do milho (*Zea mays* L.) para obtenção de minimilho, determinadas pela evapotranspiração da cultura, baseadas na evaporação da água do Tanque “Classe A” e aplicadas quando a evapotranspiração atingia os valores acumulados: T1 - 15 mm, T2 - 30 mm, T3 - 45 mm e T4 - 60 mm. Foi utilizado delineamento estatístico inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Os resultados foram submetidos à análise estatística, pelo programa Sisvar, determinando-se análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e pela análise de regressão. Foram selecionadas cinco plantas por parcela para análise das características de crescimento: estatura da planta (EP), número de folhas (NF), área foliar (AF) e índice de área foliar (IAF). Observaram-se diferenças significativas nos valores de AF e IAF. O aumento nas lâminas de irrigação e na frequência de aplicação implicou em maiores valores AF.

Palavras-chave: área foliar, índice de área foliar, frequência de aplicação de água.

ABSTRACT. Analysis of growth of minimilho subjected to irrigation depths. This research evaluated the variation of depth irrigation in the maize culture growth (*Zea mays* L.) for obtaining the baby corn, determined from the culture evapotranspiration, based on class A pan evaporation and applied when the evapotranspiration reached follow the accumulated values: T1 - 15 mm, T2 - 30 mm, T3 - 45 mm and T4 - 60 mm. The statistical design was the outlinement completely whit four treatments and whit five repetitions, the results had been submitted to the statistics analysis for the Sisvar program and determined it variance analysis and the treatments averages had been compared in 5% of probability for the Tukey test and the regression analysis. Five plants were selected for analysing the growth for parcel. The characteristics that belongs to the growth: plant height (PE), leaf number (LN), foliar area (FA) and foliar area index (FAI). Were observed significant differences in the values of FA and FAI. The increase in the depth irrigation and the application frequency implied in bigger values of FA and FAI.

Key words: foliar area, foliar area index, water application frequency.

Introdução

O minimilho é o nome dado à espiga de milho jovem, em desenvolvimento, não fertilizada, ou ao sabugo jovem da espiga de uma planta de milho. As plantas são semelhantes às de milho normal e não são, como poderia ser assumido, plantas anãs (Von Pinho *et al.*, 2003).

Não existe, no Brasil, material genético específico para a produção de minimilho, entretanto a Embrapa vem trabalhando neste sentido (Pereira Filho *et al.*, 1998), e também há carência de informações de protocolos para a avaliação tecnológica desse tipo de produto.

Várias cultivares de milho têm sido avaliadas com o intuito de identificar aquelas mais adaptadas às

condições tropicais. Em razão da maior aceitação pelo mercado consumidor, as cultivares de milho doce e pipoca têm sido as mais utilizadas e também, em menor escala e com grande potencial de uso, cultivares prolíficas selecionadas de milho comum (Pereira Filho *et al.*, 1998).

Ritchie *et al.* (2003) verificaram que, no conceito geral de produção de milho, a matéria-prima e a luz solar (energia) combinam-se com o maquinário interno do híbrido cultivado para produzir matéria seca. Isto significa que o crescimento e a produtividade de uma planta de milho são funções do potencial genético da planta para reagir às condições ambientais sob as quais ela cresce, pois é o maquinário interno que transforma essas matérias-

primas em produtos úteis.

Para Fancelli e Dourado Neto (2000), a fotossíntese, a respiração e a transpiração são processos fisiológicos das plantas que são afetados diretamente pela energia disponível no ambiente.

Carlesso e Santos (1998) destacaram que o milho é relativamente tolerante ao *deficit* hídrico durante a fase vegetativa, porém demonstra extrema sensibilidade, com decréscimo no rendimento de grãos, se o *deficit* hídrico ocorrer na fase de florescimento e enchimento de grãos.

Carlesso et al. (2000), em estudo com manejo da irrigação do milho a partir da evapotranspiração máxima, concluíram que o mesmo deve ser realizado com aplicação de irrigação quando a evapotranspiração da cultura indicar valor acumulado de 20 a 25 mm, e lâminas maiores que 30 mm ocasionam redução no rendimento de grãos e acúmulo de massa seca da parte aérea da planta.

Carlesso et al. (2003), aplicando lâminas de irrigação baseadas na evaporação do Tanque “Classe A” na cultura do feijão, salientaram que a ET_c obtida pela forma $ET_c = ET_o.K_c$ desconsidera a ocorrência de restrições de água no solo para as plantas. Essa é uma prática que apresenta funcionalidade para o manejo da irrigação porque assegura às plantas condições de umidade do solo sempre superiores, ou, no máximo, iguais à lâmina de manejo pré-estabelecida, sendo este um dos motivos da grande utilização do Tanque “Classe A” para determinações da evapotranspiração e manejo da irrigação.

Segundo Rodrigues et al. (2004), com relação ao minimilho, ainda há necessidade de realizar trabalhos para definir o manejo mais adequado da cultura, quantificar o potencial genético e qualitativo das diversas cultivares comerciais utilizadas para a produção de minimilho, determinar a herdabilidade das características mais apropriadas para a produção *in natura* ou industrializada e desenvolver cultivares específicas.

A semeadura para obtenção do minimilho se faz como na produção de grãos, apenas aumentando acima do normal o estande, uma vez que o interesse é a maior produção de espiguetas por área (Pereira Filho et al., 1998). O minimilho pode ser cultivado tanto no sistema convencional como em plantio direto. Nesse último, sistema que depende da palhada, o próprio cultivo do minimilho se encarrega de produzi-la, sendo importante a antecipação da adubação nitrogenada para o estágio de três a quatro folhas. O manejo da cultura diferencia-se do cultivo do milho para grãos, principalmente quanto à densidade de semeadura, que pode ser três a quatro vezes maior, variando de

150.000 a 200.000 plantas ha^{-1} , objetivando maior produtividade e redução no tamanho do produto final, que é ideal para a indústria de enlatados.

O minimilho irrigado surge como alternativa econômica, para a agricultura familiar, por ser de ciclo mais curto, e apresentar a vantagem de ser colhido no início da fase reprodutiva, onde há maior exigência de água para a cultura do milho, pois a instabilidade climática, sobretudo quanto a veranicos e insuficiência de chuvas na safrinha, para a região oeste do Paraná, vem resultando em baixas produtividades.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de lâminas de irrigação baseadas na evaporação da água do Tanque “Classe A” no crescimento de plantas de minimilho.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2005, no Sítio Santa Luzia, distrito de São Jorge, município de São Miguel do Iguaçu, Estado do Paraná, com coordenadas geográficas de 25°24'343” S e 54°11'06,5” W, altitude média de 298 m. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen é Cwa (clima mesotérmico com verões quentes e estação seca de inverno), conforme Pereira et al. (2002).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico Típico, com textura argilosa e relevo plano (Embrapa, 1999).

O experimento foi instalado em uma área total de 400 m^2 (16 x 25 m), utilizando-se quatro níveis de irrigação (tratamentos) com cinco repetições, perfazendo um total de vinte parcelas. O delineamento foi inteiramente casualizado com parcelas de 22,4 m^2 (2,8 x 8 m), com cinco linhas de semeadura em cada parcela. A área ao redor das parcelas (bordadura) foi cultivada com a mesma variedade de milho pipoca, semeada em 5 de janeiro, ou seja, 27 dias antes da semeadura na área demarcada, perfazendo uma área de 280 m^2 . As parcelas foram separadas entre si por 1 m, para que não sofressem influências dos tratamentos.

Os dados da evapotranspiração de referência (ET_o) foram obtidos a partir da evaporação da água do Tanque “Classe A” (E) e do coeficiente do tanque (K_t), sendo $ET_o = EK_t$. O valor de ET_o serviu de base para o controle das irrigações. O Tanque “Classe A” foi instalado no centro da área experimental. A leitura e manejo do Tanque “Classe A” foram realizados segundo Volpe e Churata-Masca (1988), ($ET_o = EK_t$). Com o objetivo de contabilizar, no mesmo horário, a evapotranspiração da cultura (ET_c) foi calculada pelo produto da

evapotranspiração de referência (ET_0) e o coeficiente de cultura (K_c) (Doorenbos e Kassan, 1994), sendo $ET_c = ET_0 \cdot K_c$. Os valores do coeficiente de cultura foram diferenciados de acordo com os estádios de desenvolvimento da cultura, conforme Resende, Albuquerque e Couto (2003).

Os tratamentos foram aplicados quando a (ET_0) indicava os seguintes valores acumulados: T1 - nível de irrigação correspondente a 15 mm; T2 - nível de irrigação correspondente a 30 mm; T3 - nível de irrigação correspondente a 45 mm; T4 - nível de irrigação correspondente a 60 mm, acumulados da evapotranspiração de referência do Tanque "Classe A".

Inicialmente, foram aplicadas duas irrigações, a primeira logo após a semeadura com 15 mm e a segunda com mais 18 mm, no dia seguinte, para levar o teor de água do solo à capacidade de campo, seguindo recomendações de classes características físico-hídricas para solos argilosos, segundo Resende *et al.* (2003).

A seguir, as irrigações foram promovidas igualmente até os 20 dias após a emergência (DAE), para que houvesse pleno desenvolvimento da cultura, quando a evapotranspiração atingia um valor acumulado de 20 mm, efetuando-se em média uma irrigação a cada três ou quatro dias. A partir daí, o manejo de irrigação foi baseado no acúmulo de ET_0 , conforme anteriormente definido.

Para aplicação dos tratamentos, foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento (tubo gotejador), distribuído em cada linha de semeadura das parcelas, com espaçamento de 0,2 m entre gotejadores, perfazendo sete gotejadores m^{-2} , controlados por um registro de $\frac{1}{2}$ ". O sistema operou à pressão média de 50 kPa, com vazão média de 21,0 L h^{-1} .

As lâminas de água aplicadas em cada tratamento foram calculadas considerando-se a diferença entre a evapotranspiração da cultura e a precipitação, medidas entre dois eventos de irrigação, dividida pela eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (90%).

A semeadura foi realizada manualmente, no dia 1º de fevereiro de 2005, em uma área que estava em pousio, coberta com resíduo da cultura de milho, utilizando o espaçamento entre as linhas de 0,70 m, e 0,080 m entre plantas, na parcela, a profundidade de 0,04 m, com a variedade de milho pipoca BRS Ângela, de ciclo precoce, grãos brancos, alta produtividade e estabilidade de produção.

A data da emergência das plântulas foi considerada quando, aproximadamente, 75% das plântulas emergiram. Isso ocorreu aos cinco dias após a semeadura. No estádio de crescimento

vegetativo, com três folhas totalmente expandidas, efetuou-se desbaste manual para ajustar a população aos valores desejados. Isto ocorreu aos oito dias da emergência, para densidade de 12 plantas por metro linear, deixando-se todas as parcelas com estande de 180.000 plantas por hectare. Imediatamente após o desbaste, foi feita a adubação de cobertura nitrogenada na dose de 100 kg ha^{-1} , na forma de uréia, sendo a mesma antecipada, para o estádio de três a quatro folhas desenvolvidas (Pereira Filho *et al.*, 1998).

Foram efetuadas duas aplicações de inseticidas contra lagarta do cartucho durante a fase de crescimento vegetativo das plantas, com uma aplicação aos 10 DAE, e uma segunda aos 23 DAE. Houve necessidade de uma capina, efetuada aos 18 DAE, e sendo o cultivo adensado, não houve uma segunda capina.

A análise de crescimento foi avaliada pela mensuração da estatura da planta (EP), área foliar (AF), número de folhas (NF) e índice de área foliar (IAF). Inicialmente, foram selecionadas e identificadas cinco plantas por parcela, semelhantes em estatura e em número de folhas, para a determinação da análise de crescimento. As medidas foram realizadas uma vez por semana até os 20 DAE, pois havia homogeneidade no manejo da irrigação.

Após os 20 DAE, sob manejo diferenciado da irrigação, também foram selecionadas e identificadas cinco plantas por parcela semelhantes em estatura e em número de folhas, para a determinação da análise de crescimento, sendo as medidas realizadas duas vezes por semana.

A estatura das plantas foi obtida pela distância vertical entre a superfície do solo e a bainha da folha mais elevada da planta em m.

A área foliar foi determinada em cada folha, medindo-se desde a emergência da folha do cartucho até o aparecimento da bainha em m^2 . A área foliar de cada folha foi obtida pelo produto do comprimento pela largura máxima da folha multiplicada pelo fator 0,75 (Balbinot Junior e Backes, 2004).

O índice de área foliar (IAF) foi determinado ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas, pela razão entre a área foliar fotossinteticamente ativa da planta (área foliar total desconsiderando a área das folhas senescentes) e a área superficial do solo ocupado pela planta.

A senescência foi determinada juntamente com as medidas da área foliar, em cada folha pela estimativa da parte da folha senescente, utilizando-se uma escala de 0 a 100%, o que correspondia à folha totalmente verde e senescente, respectivamente.

Resultados e discussão

A semeadura foi realizada no dia 1º de fevereiro de 2005, a emergência das plântulas ocorreu cinco dias após a semeadura e a colheita foi realizada entre 30 de março e 2 de abril de 2005 (60, 61 e 62 DAE). As temperaturas durante a fase experimental, meses de fevereiro e março, não se mantiveram dentro da faixa recomendada para a cultura do milho, válida também para o minimilho, variando entre a mínima de 16°C e máxima de 45°C. A média das temperaturas máximas foi de 38,37°C e a média das mínimas foi de 20,33°C, e a temperatura média ficou em torno de 31,57°C, evidenciando que, quanto à temperatura, houve restrição à cultura, pois se recomendam temperaturas em torno de 27°C, segundo Hoeft (2003) e Resende *et al.* (2003).

A precipitação total registrada para o ciclo da cultura foi de 33 mm, valor bem abaixo da média dos anos anteriores, indicando, se em sistema de sequeiro, que a cultura sofreria *deficit* hídrico durante todo o ciclo.

A evaporação máxima foi de 8 mm dia⁻¹, a evaporação mínima foi de 1 mm dia⁻¹ e a média de todas as medidas efetuadas foi de 4,96 mm dia⁻¹, enquanto a evapotranspiração de referência máxima diária foi de 6 mm dia⁻¹ e evapotranspiração de referência mínima de 0,40 mm dia⁻¹ e a média das medidas de evapotranspiração de referência foi de 3,93 mm dia⁻¹ e a evapotranspiração de referência acumulada foi de 231,64 mm. Neste período, foram aplicados 233,52, 219,12, 207,04 e 202,41 mm de água, por meio de 22, 14, 12 e 11 irrigações, para aplicação de lâminas acumuladas de 15, 30, 45 e 60 mm, respectivamente. As variações na lâmina total de água aplicada para os diferentes manejos são decorrentes da evapotranspiração acumulada pela cultura, após a aplicação da última lâmina para os tratamentos.

Carlesso *et al.* (2000) conduziram manejo de irrigação com a cultura do milho a partir da evapotranspiração. Alertaram para o fato de que pode ocorrer redução na capacidade produtiva sem ocorrência de sintomas externos de deficiência de água na cultura, ou redução quantitativa no crescimento das mesmas, constatando que a redução no número de irrigações e o incremento na lâmina de irrigação resulta em redução no rendimento de grãos da cultura do milho.

Os resultados demonstraram que os manejos da água de irrigação utilizados apresentaram diferença significativa para as características analisadas nos dados de crescimento para área foliar e índice de área foliar. Na Tabela 1 são apresentados os valores das médias obtidas para as variáveis de crescimento na cultura do

minimilho submetida a quatro tratamentos de lâmina de irrigação durante todo o ciclo.

Tabela 1. Valores médios da estatura da planta (EP), número de folhas (NF), área foliar (AF) e índice de área foliar (IAF) submetidas a quatro tratamentos de lâmina de irrigação durante o ciclo da cultura e analisadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

Tratamento	Variável analisada			
	EP (m)	NF (unidade)	AF (m ²)	IAF (m ² m ⁻²)
T1 - 15 mm	1,23 a	12,32 a	0,199 a	3,71 a
T2 - 30 mm	1,27 a	12,83 a	0,191ab	3,93a
T3 - 45 mm	1,32 a	12,65 a	0,183ab	3,68 a
T4 - 60 mm	1,39 a	12,34 a	0,161b	3,24 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Segundo Carlesso e Santos (1998), o milho é tolerante ao *deficit* hídrico durante a fase vegetativa, mas apresenta sensibilidade com decréscimo no rendimento se este ocorrer na fase de florescimento e enchimento de grãos, devido à expansão foliar, à redução do aproveitamento dos nutrientes do solo e à redução na área fotossintética das plantas, refletindo em decréscimo de produção do milho em 25% antes da emissão dos estigmas e 50% na fase de florescimento.

Observou-se tendência, em todos os manejos, de aumento de área foliar e após diminuição nos valores dos mesmos, pois a partir dos 42 DAE algumas folhas já estavam senescentes, ocasionando a redução da área foliar total por planta.

Os resultados obtidos para AF e as equações de regressão ao longo do ciclo do minimilho para cada tratamento são apresentados na Figura 1.

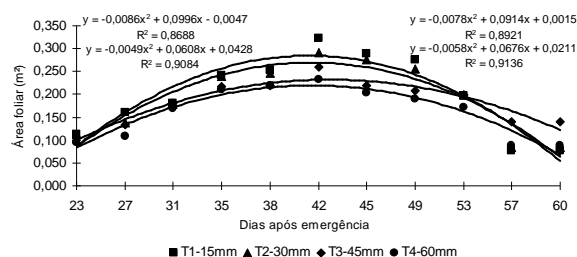


Figura 1. Área foliar (AF) em minimilho (m²) submetido a quatro tratamentos de lâmina de irrigação durante o ciclo da cultura.

Os valores médios obtidos ficaram em torno de 0,199, 0,191, 0,18 e 0,16 m², respectivamente, para os tratamentos, diferindo dos valores encontrados por Almeida *et al.* (2003), que variaram entre 0,073 e 0,081 m², porém, muito semelhantes aos valores encontrados por Balbinot Junior e Backes (2004), que encontraram valores entre 0,12, 0,17 e 0,19 m², para um período de avaliação de 45 a 50 dias, e também com os valores de Sá *et al.* (2002) em que as

médias variaram entre 0,18 m² a 0,217 m² para a variável analisada, porém para um período de avaliação de 99 dias.

Embora apresentando diferença significativa entre as lâminas de irrigação, não foram observadas diferenças morfológicas na planta entre os manejos de irrigação. Verificou-se também significativo aumento na área foliar da cultura do minimilho com o aumento da lâmina de irrigação. Essa diferença de área foliar em função da lâmina de irrigação pode ser explicada pela diminuição da elongação foliar, em que a menor área foliar proporciona menor distribuição de fotossintetizados para os tecidos vegetativos, ocorrendo menor taxa de fotossíntese líquida, segundo a Embrapa (1993).

As plantas nos tratamentos T3 - 45 mm e T4 - 60 mm foram as que receberam menor lâmina líquida e as que apresentaram menor área foliar, concordando com Yang *et al.* (1993) e Embrapa (1993), os quais relataram que a deficiência hídrica no período vegetativo diminui o crescimento das plantas pela menor disponibilidade de CO₂, limitando os processos de elongação celular.

Também segundo Galbiatti *et al.* (2004), a diminuição da área foliar no tratamento T3 - 45 mm e T4 - 60 mm pode ter sido provocada pela antecipação da senescência da folhas no ciclo da cultura.

O índice de área foliar apresentado na Figura 2 variou entre si para as lâminas de irrigação. Esses resultados evidenciam que o manejo de água de irrigação, com aplicação de lâminas de 15 mm a 60 mm, a partir da evapotranspiração máxima da cultura baseada na evaporação da água do Tanque "Classe A" provocaram diferenças significativas no índice de área foliar.

A evolução do IAF seguiu padrão característico de plantas anuais com fase inicial lenta (da emergência até o estágio de quatro folhas - 20 DAE), seguida de uma fase de rápido crescimento (até 12 folhas - 35 DAE). A terceira fase foi caracterizada por valores de IAF máximos (35 a 45 DAE) e a última fase caracterizada por decréscimo nos valores do IAF, com início aos 45 DAE, e permaneceu decrescendo até o final do ciclo da cultura.

O IAF possui comportamento quadrático em relação ao tempo, devido às fases de crescimento. Após ter atingido um ponto máximo, houve decréscimo devido à senescência e queda das folhas.

É possível inferir, mediante estas análises, que as lâminas de irrigação influenciaram nos resultados finais para a variável índice de área foliar.

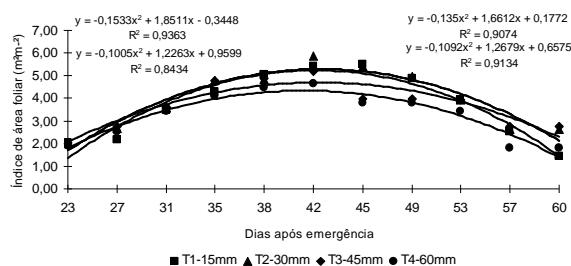


Figura 2. Índice de área foliar (IAF) em plantas de minimilho (m² m⁻²) submetidas a quatro tratamentos de lâmina de irrigação durante o ciclo da cultura.

Os valores médios encontrados no experimento para IAF foram 3,70, 3,943, 69e 3,24 m² m⁻², semelhante aos valores encontrados por Ruviaro (2003), os quais variaram de 4,01 m² m⁻² a 4,37 m² m⁻² e também similar aos valores obtidos por Dourado Neto *et al.* (2004), em que as médias ficaram em torno de 3,34 m² m⁻². Sá *et al.* (2002) obtiveram para o IAF valores médios entre 3,18 m² m⁻² a 3,63 m² m⁻² apresentado aproximação com a média geral desta pesquisa (3,62 m² m⁻²).

Para Carlesso *et al.* (2000), que estudaram o manejo da irrigação no milho a partir da evapotranspiração máxima da cultura, as lâminas diferenciadas não ocasionaram diferenças na área foliar e no índice de área foliar. Para Ruviaro (2003), ocorreram diferenças significativas para o IAF, quando as determinações foram realizadas no final do ciclo da cultura. Estudando o manejo da irrigação e a viabilidade econômica para a produção de silagem do milho e sorgo, estes encontraram redução linear do IAF com o aumento nas lâminas de irrigação de 15 para 60 mm.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir, nas condições deste experimento, que:

O manejo de irrigação influenciou de maneira significativa apenas nos valores de área foliar e índice de área foliar.

A área foliar aumentou com o acréscimo da lâmina de irrigação. O índice de área foliar foi máximo para a irrigação aplicada quando o valor acumulado de evapotranspiração de referência atingia 30 mm.

O manejo da irrigação do minimilho deve ser realizado com aplicação quando a evapotranspiração da cultura indicar o valor acumulado de 15 a 30 mm. A utilização de valores de evapotranspiração acumulados maiores ocasiona redução nos valores para a análise de crescimento.

Referências

- ALMEIDA, M.L. de et al. Crescimento inicial de milho e sua relação com o rendimento de grãos. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 189-194, 2003.
- BALBINOT JUNIOR, A.A.; BACKES, R.L. Crescimento inicial e competitividade do milho com planta concorrente afetados pelo genótipo e massa das sementes. *Rev. Cienc. Agrovet.*, Lages, n. 1. 2004. Disponível em: <http://www.cav.udesc.br/2004_1/sementes>. Acesso em 17 ago. 2005.
- CARLESSO, R. et al. Manejo da irrigação do milho a partir da evapotranspiração máxima da cultura. *Eng. Agric.*, Jaboticabal, v. 20, n. 1, p. 15-23, 2000.
- CARLESSO, R. et al. Manejo da irrigação para maximização do rendimento de grãos do feijoeiro. *Irriga.*, Botucatu, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2003.
- CARLESSO, R.; SANTOS, R.F. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. *Rev. Bras. Eng. Agric. Amb.*, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. *Efeito da água no rendimento das culturas*. Campina Grande: UFPB, 1994. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- DOURADO NETO, D. et al. Aspecto de morfologia e de produtividade em milho, afetados por herbicidas em duas épocas de aplicação. *Rev. Fac. Zootec. Vet. Agron.*, Uruguaiana, v. 10, n. 1, p. 188-201, 2004.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa Solos, 1999.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Recomendações técnicas para o cultivo do milho*. Brasília: Embrapa/Milho e Sorgo, 1993.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. *Produção de milho*. Guaíba: Agropecuária, 2000.
- GALBIATTI, J.A. et al. Efeito de diferentes períodos de irrigação no desenvolvimento e produção e qualidade de sementes na cultura do milho (*Zea mays* L.). *Eng. Agric.*, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 301-308, 2004.
- HOEFT, R.G. *Desafios para a obtenção de altas produtividades de milho e de soja nos EUA*. Piracicaba: Potafós, 2003. (Informações Agronômicas, n. 4).
- PEREIRA FILHO, I.A. et al. *A produção do minimilho*. Brasília: Embrapa, 1998. (Comunicado Técnico, n. 7). Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicações>>. Acesso em: 24 ago. 2004.
- PEREIRA, A.R. et al. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. 1. ed. Guaíba: Agropecuária, 2002.
- RESENDE, M. et al. *Cultura do milho irrigado*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.
- RITCHIE, S. et al. *Como a planta do milho se desenvolve*. Piracicaba: Potafós, 2003. (Informações Agronômicas, n. 103). Disponível em: <<http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/>>. Acesso em: 24 ago. 2004.
- RODRIGUES, L.R.F. et al. Avaliação de sete famílias S₂ prolíficas de minimilho para a produção de híbrido. *Bragantia*, Campinas, v. 63, n. 1, p. 31-38, 2004.
- RUVIARO, C. *Manejo da irrigação e viabilidade econômica para a produção de silagem de milho e sorgo*. 2003. Tese (Doutorado em Agronomia - Biodinâmica do Solo)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- SÁ, M. et al. Aspectos morfológicos e fisiológicos de cultivares modernas e antigas de milho. *Cienc. Agrotecnol.*, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1.082-1.091, 2002.
- VOLPE, C.A.; CHURATA-MASCA, M.G.C. *Manejo da irrigação em hortaliças: método do tanque classe "A"*. Jaboticabal: Funep, 1988.
- VON PINHO, R.G. et al. Características físicas e químicas de cultivares de milho para a produção de minimilho. *Cienc. Agrotecnol.*, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1.419-1.425, 2003.
- YANG, C.M. et al. Growth and yield responses of maize (*Zea mays* L.) to soil water deficits. II - Effects of water deficit timing and strenght. *J. Agricult. Res.*, Taipei, v. 42, n. 2, p. 173-86, 1993.

Received on July 04, 2006.

Accepted on February 16, 2007.