



Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.3, n.1, p.22–29, 2009  
 ISSN 1982-7679 (On-line)  
 Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br>  
 Protocolo 010.09 – 03/02/2009 Aprovado em 08/05/2009

## MANEJO DA ÁGUA NO CULTIVO DE ALFACE IRRIGADO PELO SISTEMA DE MICROASPERSÃO

MARNEY APARECIDA DE OLIVEIRA PAULINO<sup>1</sup>; FLÁVIO PIMENTA DE FIGUEIREDO<sup>2</sup>; EDSON DE OLIVEIRA VIEIRA<sup>3</sup>; RODRIGO CARVALHO FERNANDES<sup>4</sup>; JANINI TATIANE LIMA SOUZA MAIA<sup>5</sup>; DENILSON DE OLIVEIRA GUILHERME<sup>6</sup>.

1. Eng. Agrônoma, Mestre em Ciências Agrárias – UFMG, e-mail: apmar5@yahoo.com.br
2. Eng. Agrícola, D. Sc Professor Adjunto da UFMG, e-mail: figueiredofp@nca.ufmg.br
3. Eng. Agrônomo, D. Sc Professor Adjunto da UFMG, e-mail: eovieira@nca.ufmg.br
4. Eng. Agrônomo, Mestre em Ciências Agrárias – UFMG, e-mail: rodrigocarvalho9@yahoo.com.br
5. Bióloga, Doutoranda em Fitotecnia – UFV, e-mail: janinitatimaia@yahoo.com.br
6. Eng. Agrônomo, Doutorando em Produção Vegetal – UENF: doliveiraguilherme@yahoo.com.br

**RESUMO:** O manejo adequado da irrigação além de fornecer a quantidade de água necessária para o normal desenvolvimento da cultura, evita a ocorrência de lixiviação de nutrientes além de prevenir a degradação do solo. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a irrigação, no que diz respeito ao uso racional da água, no cultivo de alface em propriedade rural, localizada no Norte de Minas Gerais. Avaliou-se periodicamente o teor de água no solo e comparou a irrigação realizada pelo produtor ao controle da irrigação por meio do balanço climatológico. Verificou-se que o agricultor aplicou 105,35 mm de água em excesso no solo durante as irrigações. Esse fato proporcionou uma diminuição de produtos adequados ao padrão exigido pelo mercado consumidor.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa*, Manejo de Irrigação, Balanço hídrico climatológico

## WATER MANAGEMENT OF THE CULTURE LETTUCE FOR MICROSPRINKLER IRRIGATION SYSTEM

**ABSTRACT:** The proper irrigation management as well as provide the necessary amount of water to the development of culture, prevents leaching of nutrients and prevent soil degradation. The aim of this study was to evaluate the management of irrigation in the rational use of water in growing of lettuce in rural property, located in the North of Minas Gerais. It was evaluated periodically the depth of irrigation in the soil and compared to the balance climatologic. It was found that the farmer applied excess water in the soil 105,35 mm. This fact provided a fall of products with standard for marketing.

**Keywords:** *Lactuca sativa*, Irrigation Management, Climatologic water balance

## INTRODUÇÃO

Segundo ALBUQUERQUE & ANDRADE (2001), a disponibilidade dos recursos hídricos para a irrigação está se tornando cada vez mais escasso. Com isso, a expansão da agricultura irrigada tem-se tornado preocupante, devido ao elevado consumo de água e às restrições dos recursos hídricos, principalmente, quando afeta o sistema solo-água-planta, acarretando um problema ambiental de solução complexa (SANTIAGO et al., 2004). GLIESSMAN (2005), por sua vez, ressalta que a utilização da irrigação deve compensar a sustentabilidade a longo prazo, viabilizando os custos ecológicos e econômicos.

A baixa disponibilidade dos recursos hídricos, sobretudo em regiões áridas e semiáridas onde a água é o fator limitante, o manejo de irrigação deve ser considerado prática importante para obtenção de alta qualidade e produtividade da cultura (BERNARDO et al., 2006). Essa prática permite decidir quando e quanto de água aplicar nas culturas, otimizando a produção agrícola e reduzindo o consumo desnecessário da água, portanto, conservando os recursos hídricos, melhorando o desempenho e a sustentabilidade dos sistemas de irrigação (ALBUQUERQUE & ANDRADE, 2001). Conhecer a quantidade de água requerida pelas culturas é de grande importância na agricultura irrigada para a realização de um adequado programa de manejo de irrigação (LOPES et al., 2004).

O solo funciona como um reservatório de água, o qual tem como limite máximo a capacidade de campo (Cc), ou seja, quantidade de água que o solo pode reter sem causar danos à planta, além de evitar a lixiviação de nutrientes, o escoamento superficial e a percolação profunda. Enquanto o ponto de murcha permanente (Pm), a água existente no

solo não está mais disponível às plantas, pois a força de retenção exercida pelo solo sobre a água é maior que a capacidade da planta em absorvê-la (MANTOVANI et al., 2007).

Em cultivo de hortaliças, verifica-se, de modo geral, que as mesmas têm como características um elevado teor de água em seus tecidos. Flutuações no teor de água no solo afeta o desenvolvimento vegetativo da planta e, extremidades do teor de água no solo como o deficit hídrico ou o excesso de água diminui a qualidade e reduz a produtividade (MAROUELLI et al., 1996).

A umidade do solo afeta diretamente o desenvolvimento vegetativo da alface, sendo necessária uma aplicação de água com maior frequência e menor intensidade de aplicação ao longo do ciclo da cultura (SANTOS & PEREIRA, 2004).

O estudo e o monitoramento das condições de solo e clima durante o desenvolvimento da cultura, permitem proporcionar, com alta precisão, a quantidade requerida de água no momento oportuno, a partir de instrumentos de medida e controle instalados no campo (PAZ et al., 2000).

Vários são os métodos utilizados para a realização do manejo da água de irrigação, dentre eles, destaca-se o tanque Classe "A", o qual superestima a demanda evapotranspirativa da cultura, por meio de coeficientes empíricos denominadores do fator de evaporação do tanque, que correlaciona os efeitos dos elementos climáticos com as reais necessidades hídricas da cultura (ANDRADE JÚNIOR & KLAR, 1997).

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi analisar o manejo da irrigação para a cultura de alface, em área de agricultura familiar, no que diz respeito ao uso racional dos recursos

## Manejo da Água no Cultivo de Alface Irrigado pelo Sistema de Macroaspersão

hídricos, e comparar com o sistema monitorado e manejado utilizando o balanço hídrico climatológico.

### MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no período de 14 de março a 25 de abril de 2007, na região do Alto Rio Pacuí, município de Montes Claros, MG, em cultivo de alface irrigado com sistema de microaspersão. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região varia de tropical úmido ao tropical semi-árido.

Inicialmente foram realizadas análise físico-hídricas do solo, obtendo valores referentes à capacidade de campo, ponto de murcha permanente e densidade do solo, além da textura quanto ao teor de areia, silte e argila.

Por meio dos resultados da análise, calcularam-se a disponibilidade total de água no solo (DTA), a capacidade total de água no solo (CTA) e a capacidade real de água no solo (CRA).

Os valores da profundidade do sistema radicular e os coeficientes da cultura ( $K_c$ ) para a fase de desenvolvimento foram 0,4 m e 0,9, respectivamente, conforme estabelecido por MAROUELLI et al. (1996). Enquanto o fator de disponibilidade ( $f$ ) utilizado para a cultura foi de 0,2, conforme MANTOVANI et al. (2007).

O cultivo de alface foi implantado pelo agricultor em uma área de 237,5 m<sup>2</sup>, na qual foram cultivados 8 canteiros, compostos por 300 plantas cada, no espaçamento de 0,25 x 0,25 m.

O transplantio das mudas de alface ocorreu no dia 05 de março de 2007. O período das avaliações do manejo de irrigação foi de 42 dias, correspondendo à

fase de desenvolvimento vegetativo.

As avaliações do manejo de irrigação na área cultivada consistiram em observações periódicas do teor de umidade presente em amostras de solo e da lâmina de água aplicada pelo sistema de irrigação existente no local.

O teor de umidade do solo foi determinado por meio do método padrão de estufa (gravimétrico) nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm.

A lâmina de água aplicada foi obtida pela verificação da vazão dos emissores e do tempo de funcionamento do sistema em cada irrigação realizada pelo agricultor.

Para efeito comparativo, realizou-se, no mesmo período, o balanço hídrico climatológico, utilizando-se dados meteorológicos, fornecidos pelo INMET - 5º Distrito de Meteorologia - Montes Claros, MG. Os dados meteorológicos coletados diariamente foram: temperatura máxima e mínima; velocidade do vento (diurno e noturno); insolação; umidade relativa (diurna e noturna); precipitação e evaporação do tanque Classe "A".

A determinação da evapotranspiração da cultura foi obtida estimando a evapotranspiração de referência por meio do método do tanque Classe "A", do coeficiente da cultura ( $K_c$ ) e do coeficiente do tanque ( $K_t$ ), conforme verificado pelas equações 1 e 2. O valor de  $K_c$  foi 0,9, em função do estágio de desenvolvimento da cultura, conforme MAROUELLI et al. (1996). Enquanto os valores diários de  $K_t$  foram determinados com base na velocidade do vento, umidade relativa média do ar e condições de instalações do tanque (BERNARDO et al., 2006).

$$ET_c = ET_o \cdot K_c \dots\dots\dots(1)$$

sendo que:

$ETc$  = evapotranspiração da cultura, em mm;  
 $ETo$  = evapotranspiração de referência, em mm;  
 $Kc$  = coeficiente da cultura.

A evapotranspiração de referência ( $ETo$ ) foi obtida por meio de dados da evaporação do tanque Classe “A” e do coeficiente do tanque ( $Kt$ ):

$$ETo = EV \cdot Kt \dots\dots\dots(2)$$

em que:

$EV$  = evaporação do tanque Classe “A”, em mm;  
 $Kt$  = coeficiente do tanque Classe “A”.

O balanço hídrico do solo iniciou-se com o teor de água registrado na primeira coleta da amostra. Como entrada de água no solo, consideraram-se as precipitações efetivas e as irrigações ocorridas no período, e como saída, a evapotranspiração diária calculada para a cultura, como pode ser observado pela equação 3:

$$LAA_i = LAA_{i-1} + Pe_i + I_r - ETr_i \dots\dots\dots(3)$$

em que:

$LAA_i$  - lâmina de água armazenada no solo no dia  $i$ , em mm;  
 $LAA_{i-1}$  - lâmina de água armazenada no solo no dia anterior ao dia  $i$ , em mm;  
 $Pe_i$  - precipitação efetiva no dia  $i$ , em mm;  
 $I_r$  - irrigação, em mm;  
 $ETr_i$  - evapotranspiração real da cultura no dia  $i$ , em mm.

A precipitação efetiva no período foi calculada, conforme a quantidade da precipitação total, apresentadas nas equações 4 ou 5 (CLARKE, 1998).

Para  $P_t < 250$  mm:

$$Pe = P_t \left( \frac{125 - 0,2 \cdot P_t}{10} \right) \dots\dots\dots(4)$$

Para  $P_t > 250$  mm:

$$Pe = 125 + 0,1 \cdot P_t \dots\dots\dots(5)$$

onde:

$P_t$  - Precipitação total, em mm;  
 $Pe$  - Precipitação efetiva, em mm.

A irrigação real necessária (IRN) do manejo foi obtida por meio da irrigação complementar necessária, para que o teor de água no solo atinja a  $Cc$ , conforme a equação  
Rua. Bras. Agric. Irrigada v.3, n.1, p.22-29 2009

## Manejo da Água no Cultivo de Alface Irrigado pelo Sistema de Macroaspersão

6. Já a irrigação total necessária (ITN) por meio da eficiência de aplicação de água, como se verifica pela equação 7:

$$IRN = \left( \frac{Cc - U_a}{10} \right) \cdot D_s \cdot Z \cdot f \dots\dots\dots(6)$$

$$ITN = \frac{IRN}{E_a} \dots\dots\dots(7)$$

em que,

- IRN* - Irrigação real necessária, em mm;
- ITN* - Irrigação total necessária, em mm;
- Cc* - Capacidade de campo, em %;
- Ds* - densidade do solo, em g.cm<sup>-3</sup>;
- Z* - profundidade do sistema radicular, em cm;
- f* - fator de disponibilidade de água;
- Ua* - umidade atual, em %;
- Ea* - eficiência de aplicação, em %.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

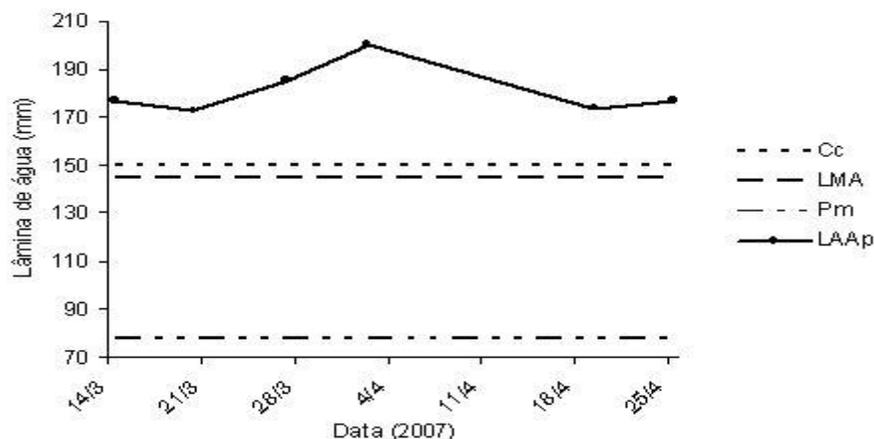
#### Características do solo:

Na análise física do solo, o mesmo apresentou textura média nas profundidades avaliadas (0-20 e 20-40 cm). Os resultados da retenção de água no solo, nos três pontos avaliados (0,10; 0,30 e 15,00 bars), juntamente com a *Ds* foram utilizados na determinação da DTA, a qual apresentou valores de 1,77 e 1,81 nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente. Esses resultados indicam que o solo da propriedade apresenta alta capacidade de retenção de água, característica essa que poderia ser utilizada, com métodos de manejo adequados, maior eficiência no sistema de irrigação, além de permitir ao agricultor maior turno de irrigação.

#### Manejo do agricultor:

Cada canteiro foi irrigado com 8 microaspersores, totalizando 64 emissores na área, com vazão média de 123,6 L.h<sup>-1</sup>. O tempo de irrigação utilizado pelo agricultor era uma hora, independente das condições edafoclimáticas. Em cada irrigação o sistema fornecia a lâmina de 33,31 mm. Segundo o agricultor, no período de 42 dias foram realizadas 6 irrigações na área de cultivo da alface, fornecendo a lâmina total de 199,86 mm de água.

Na Figura 1 tem-se o comportamento do teor de água coletada nas amostras de solo, verifica-se que os mesmos (LAAp) permaneceram superiores à *Cc*, em todo o período avaliado. Ou seja, observa-se uma aplicação excessiva de água de irrigação na área de cultivo.

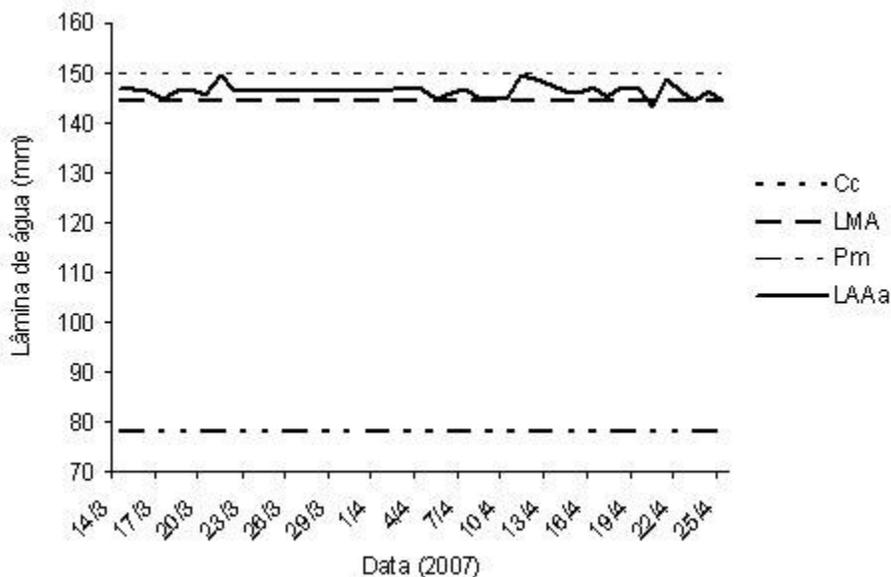


**Figura 1:** Perfil da lâmina de água no solo, conforme o manejo do produtor.

### Manejo estimado pelo balanço hídrico climatológico (método do tanque Classe “A”):

Por meio dos cálculos referentes a

evapotranspiração da cultura e precipitação efetiva, no período avaliado, tem-se o balanço de água no solo ideal para a cultura da alface, o qual pode ser verificado na Figura 2.



**Figura 2:** Perfil da lâmina de água no solo, conforme o balanço hídrico climatológico.

A evapotranspiração da cultura de alface no período de 42 dias, considerando o coeficiente da cultura ( $K_c$ ) para a fase de desenvolvimento vegetativo e a evaporação do tanque Classe “A”, foi de 165,56 mm, com média de  $3,94 \text{ mm.dia}^{-1}$ .

As precipitações efetivas no Rua. Bras. Agric. Irrigada v.3, n.1, p.22-29 2009

período das avaliações forneceram a lâmina de 40,10 mm.

Com o manejo estimado pelo balanço hídrico climatológico, verificou-se que 25 irrigações complementares seriam indispensáveis para manter a lâmina de água no solo (LAAa) entre a Cc e a lâmina mínima necessária para o

## Manejo da Água no Cultivo de Alface Irrigado pelo Sistema de Macroaspersão

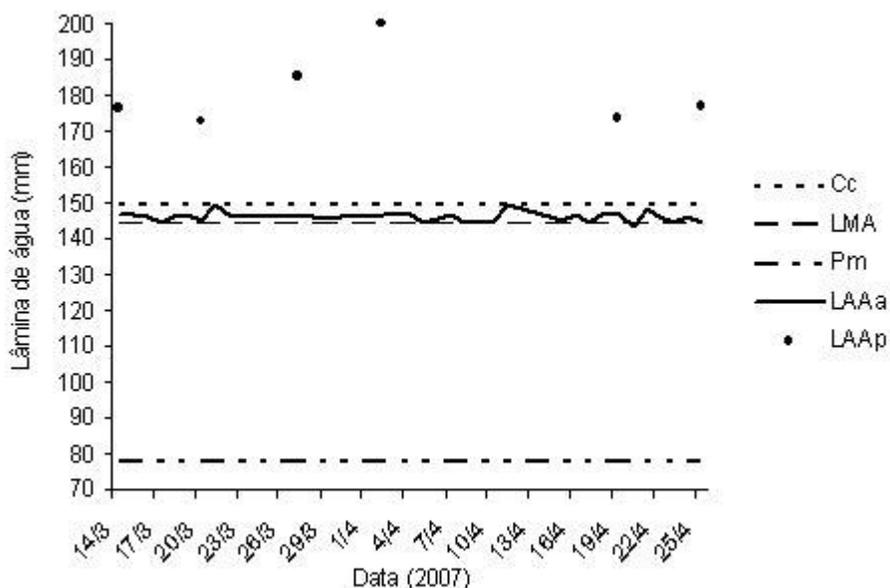
desenvolvimento da cultura (LMA), ou seja, teor de água ideal ao desenvolvimento da cultura de alface.

Para suprir as necessidades de água da cultura no estágio de desenvolvimento, as irrigações complementares, ou seja, a IRN forneceria a lâmina de 92,51 mm de água. Em se considerando a eficiência do sistema de irrigação por microaspersão, encontrada na propriedade (82,11%), a

ITN seria de 111,67 mm.

### Comparação entre os manejos:

Na Figura 3 tem-se a comparação do manejo de irrigação do produtor e o manejo de irrigação pelo balanço climatológico. Verifica-se excesso na lâmina de água no solo no manejo utilizado pelo agricultor.



**Figura 3:** Perfil da lâmina de água no solo, conforme o balanço hídrico climatológico versus manejo do produtor.

Sabendo-se que a lâmina de água fornecida pelo sistema de irrigação foi de 199,86 mm e a lâmina estimada pelo balanço hídrico climatológico a irrigação real necessária seria de 92,51 mm. Obtém-se que o agricultor aplicou 105,35 mm a mais do que o necessário para o desenvolvimento ideal da cultura.

Esse fato diminuiu a rentabilidade do agricultor, pois, segundo MAROUELLI (2004), o excesso de água no solo proporciona aumento no valor de produção, ocasiona lixiviação dos nutrientes e favorece o surgimento de doenças, como podridão-mole.

Em campo, observou-se que

algumas plantas apresentavam danificações nas bordas das folhas, outro aspecto visualizado foi o pequeno tamanho de algumas plantas.

No total, 80 plantas da área avaliada não foram comercializadas, ou seja, 3,33% das plantas apresentaram características impróprias para o mercado consumidor. Além de o agricultor utilizar os recursos hídricos de forma inadequada, com maior gasto do bombeamento da água para irrigação, o mesmo teve menor rendimento da cultura.

### CONCLUSÕES

No manejo de irrigação utilizado pelo produtor, os teores de água encontrados nas amostras de solo foram superiores as necessidades hídricas da cultura.

O excesso de água na área de cultivo reduziu a qualidade de algumas plantas. Conseqüentemente uma redução na produtividade, proporcionando diminuição na rentabilidade.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, P. E. P.; ANDRADE, C. L. T. Planilha eletrônica para a programação da irrigação de culturas anuais. Circular técnico 10. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, dez. 2001.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; KLAR, A. E. Manejo da irrigação da cultura da alface (*lactuca sativa* L.) através do Tanque Classe A. Sci. Agric., Piracicaba, v. 54, n. 1-2, jan./ago. 1997.

BERNARDO, S. et al. Manual de irrigação. Viçosa: ed. UFV, 2006. 625 p.

CLARKE, D. CropWat for Windows: user guide. Versão 4.3. FAO, NWRC, IIDS, University of Southampton, Southampton, UK. 1998.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 653 p.

LOPES, A. S. et al. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para a cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 89-100, jan./abr. 2004.

MANTOVANI, E. C. et al. Irrigação: princípios e métodos. 2. ed. Viçosa: UFV, 2007. 358 p.

MAROUELLI, W. A. Controle da irrigação como estratégia na prevenção de doenças em hortaliças. A Lavoura, dez. 2004. Online. Disponível em: <http://www.sna.agr.br/artigos/651/HORTICULTURA.pdf>. 20 Maio 2008.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. Manejo da irrigação em hortaliças. 5 ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 1996. 72 p.

PAZ, V. P. S. et al. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 3, set/dez. 2000.

SANTIAGO, F. S. et al. Avaliação de parâmetros hidráulicos e manejo da irrigação por microaspersão em área de assentamento. Engenharia Agrícola. Jaboticabal, v. 24, n. 3, p.632-643, set./dez. 2004.

SANTOS, S. R.; PEREIRA, G. M. Comportamento da alface tipo americana sob diferentes tensões da água no solo, em ambiente protegido. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 569-577, set./dez. 2004.