

**EFEITO DE ADUBAÇÃO NITROGENADA VIA FERTIRRIGAÇÃO E  
APLICAÇÃO DE FORMA CONVENCIONAL NA PRODUÇÃO DE ALFACE  
(*Lactuca sativa L.*) EM ESTUFA.<sup>1</sup>**

**Dalcio Ricardo Botelho Alves**

**Antônio Evaldo Klar**

*Dep. de Eng. Rural- Faculdade de Ciências Agronômicas -UNESP-Campus de Botucatu  
C.P: 237 - Fone: (014) 821-3883 - Fax: (014) 821-3438 CEP: 18603-970 - Botucatu*

**1 RESUMO**

O presente trabalho foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia Rural FCA/UNESP, campus de Botucatu, em uma estufa de 196 m<sup>2</sup>, com o objetivo de avaliar os efeitos de adubações nitrogenadas aplicadas via água de irrigação e de forma convencional na produção da alface (*Lactuca sativa L.*), cultivar Regina-440.

Para atender aos objetivos propostos pelo ensaio, foram utilizadas duas fontes de adubos nitrogenados (uréia e sulfato de amônio) num experimento conduzido em estufa irrigado por gotejamento. Os tratamentos foram: T- testemunha, FS- Fertirrigação com sulfato de amônio, FU- fertirrigação com uréia, CS- adubação convencional com sulfato de amônio e CU- adubação convencional com uréia.

O manejo da irrigação baseou-se no nível de 100% da evaporação do Tanque Classe A, com turno de irrigação de dois dias. A aplicação da adubação foi feita em cinco etapas, a cada seis dias, em quantidades iguais de nitrogênio para a fertirrigação e adubação convencional. Os parâmetros de produção analisados foram: matéria fresca, matéria seca, área foliar, número de folhas e diâmetro de cabeça da alface. A acidez do solo foi verificada por amostras retiradas aos 12, 24 e 36 dias, na profundidade de 20 cm, obtendo-se valores de pH e condutividade elétrica do extrato saturado do solo.

A fertirrigação apresentou todos parâmetros estudados superiores em relação à adubação convencional. Não houve diferença significativa na atuação dos adubos testados tanto na fertirrigação como na adubação convencional. Entre os tratamentos

---

<sup>1</sup> Extraído da Dissertação de Mestrado do primeiro autor à FCA / UNESP.

fertirrigados, a uréia mostrou uma tendência em aumentar a produção em relação ao sulfato de amônio.

Os tratamentos que receberam sulfato de amônio ( FS e CS ) promoveram maiores valores de condutividade elétrica do extrato saturado do solo, e menores valores de pH.

**UNITERMOS:** fertirrigação, allface, túnel plástico

**ALVES, D. R. B., KLAR, A. E.** Effects of nitrogen fertilizer applications through irrigation water as well as conventional applicationson the yield os lettuce (*lactuca sativa L.*).

## 2 ABSTRACT

The present work was carried out at the Departament of Agricultural Engineeringl, FCA/UNESP-Botucatu, in a 196 m<sup>2</sup> greenhouse, with the aim to evaluate the effects of nitrogen fertilizer applications through irrigation water as well as conventional applications, on the yield of letucce (*Lactuca sativa L.*), cultivate "Regina-440" . Two nitrogen fertilizer sources (urea and ammonium sulphate) were used in a greenhouse experiment, under trickle irrigation. The treatments were: T - control; FS - fertigation with ammonium sulphate; FU - fertigation with urea; CS - conventional fertilization with ammonium sulphate and CU - conventional fertilization with urea.

Irrigation control was based on the 100 % Class A Pan evaporation, with a two-day irrigation period. Fertilization was split in five parts, one each six days, using equal nitrogen quantities for fertigation and conventional fertilization.

Production parameters analysed were: fresh matter, dry matter, leaf area, number of leaves, diameter of the lettuce head. Soil acidity was verified through sampling at 12, 24 and 36 days, at 20 cm depth, resulting in pH and eletrical conductivity values of the saturated soil layer. All fertigation parameters studied were higher in relation those from conventional fertilization. No significant differences were observed in the action of fertilizers tested on both fertigation and conventional fertilization.

Among the fertigation treatments, urea showed a tendency to increase the yield in relation to ammonium sulphate, to develop higher eletrical conductivity of the saturated soil layer and lower pH values.

fertigation with urea; CS - conventional fertilization with ammonium sulphate and CU - conventional fertilization with urea.

Irrigation control was based on the 100 % Class A Pan evaporation, with a two-day irrigation period. Fertilization was split in five parts, one each six days, using equal nitrogen quantities for fertigation and conventional fertilization.

Production parameters analysed were: fresh matter, dry matter, leaf area, number of leaves, diameter of the lettuce head. Soil acidity was verified through sampling at 12, 24 and 36 days, at 20 cm depth, resulting in pH and electrical conductivity values of the saturated soil layer. All fertigation parameters studied were higher in relation those from conventional fertilization. No significant differences were observed in the action of fertilizers tested on both fertigation and conventional fertilization.

Among the fertigation treatments, urea showed a tendency to increase the yield in relation to ammonium sulphate, to develop higher electrical conductivity of the saturated soil layer and lower pH values.

**KEYWORDS:** fertigation, lettuce, plastic tunnel.

### 3 INTRODUÇÃO

Considerando-se a importância alimentar das hortaliças, seu custo de produção e seu elevado valor econômico, pesquisas tornam-se necessárias para propiciar aumentos significativos de produtividade e diminuição dos riscos.

As culturas em casa de vegetação promovem, geralmente, promovem melhorias nas condições do ambiente, tornando-se possível a exploração em épocas pouco comuns de cultivo e, conseqüentemente, obtendo-se bons preços devido à melhor qualidade do produto e da produção ocorrer na entressafra.

No caso particular da alface, o aspecto relativo a qualidade da água assume grande importância, por ser consumida crua em saladas, há necessidade de cuidados especiais com a irrigação. (Camargo, 1992). Por esta razão, existe uma tendência para a utilização de sistemas de irrigação localizada em hortaliças folhosas (especialmente o gotejamento), devido a aplicação de água nestes sistemas ser diretamente no solo, não molhando a parte aérea das plantas. Além disso, o sistema oferece alta eficiência de irrigação.

Sganzerla (1995) afirma que a irrigação por gotejamento com o tubo gotejador é o sistema mais empregado na agricultura protegida, sendo mais econômico que as tradicionais irrigações pesadas. A aplicação correta de nutrientes torna-se necessária para que seja mantida a fertilidade do solo e os rendimentos das culturas, bem como a obtenção de um produto com melhor aspecto, mais uniforme e de melhor qualidade. Das várias técnicas de adubação na agricultura, a fertirrigação destaca-se como uma opção de investimento com retorno rápido,

apresentando inúmeras vantagens em relação às convencionais, principalmente quando utiliza-se sistemas de irrigação localizada.

Para obter uma boa uniformidade de aplicação de fertilizante, estes devem ser solúveis em água e não reagir entre si, formando precipitados, o que levaria a obstruções freqüentes do sistema. Para evitar estes problemas, a concentração dos fertilizantes usados na água de irrigação não deve ultrapassar 700 ppm e o intervalo básico esteja entre 200 e 400 ppm, principalmente através de gotejadores, que devido à reduzida velocidade da água na tubulação, poderá ocorrer precipitação dos nutrientes da solução, resultando em obstruções nos emissores (Pizarro, 1987).

Entre os nutrientes aplicados via irrigação, o nitrogênio é o elemento mais freqüentemente utilizado. Recomenda-se também que o nitrogênio seja aplicado parceladamente, principalmente em solos arenosos (Malavolta, 1980). Segundo Costa et al. (1986), o parcelamento do nitrogênio, aplicado via água de irrigação, deve ser feito de acordo com a demanda de nutrientes pela planta, em seus diversos estádios de desenvolvimento fisiológico, determinada através da marcha de absorção de nutrientes pela cultura.

Vitti et al. (1993), relatam que os fertilizantes sólidos nitrogenados (uréia, nitrato de amônio e sulfato amônio) são os mais solúveis em água, não apresentando nenhum problema para serem utilizados na irrigação, inclusive no gotejamento.

Garcia et al. (1982) afirmam que sendo a alface composta basicamente por folhas, a cultura responde mais ao fornecimento de nitrogênio, nutriente que requer um manejo especial quanto à adubação, por ser muito lixiviável e pelo fato da cultura absorver cerca de 80% do total extraído nas últimas quatro semanas do ciclo. A deficiência de nitrogênio em alface retarda o crescimento da planta e induz ausência ou má formação da cabeça, as folhas mais velhas tornam-se amareladas e desprendem-se com facilidade. Por outro lado, quando aplicado em demasia em adubação de cobertura no último terço do ciclo, as cultivares que formam cabeça apresentam menor firmeza, o que poderá ser prejudicial à comercialização.

Branco & Couto (1962) relatam que o nitrogênio é o nutriente que promove maior incremento na produtividade e no peso médio das plantas de alface. Quanto às fontes de nitrogênio, o salitre do Chile e a uréia promovem maior acréscimo na produtividade e no peso da cabeça, não encontrando diferenças significativas entre elas, seguindo em ordem de eficiência o sulfato de amônio (Branco & Couto, 1963).

Kalil (1992), comparando adubação nitrogenada, via fertirrigação por gotejamento e aplicação convencional na produtividade da alface, observou que a fertirrigação apresentou resultados superiores à adubação convencional em todas características analisadas, principalmente a níveis inferiores de nitrogênio em cobertura, mostrando maior eficiência e proporcionando economia de 80% do adubo quando aplicado via fertirrigação. O autor cita ainda, que o maior efeito da fertirrigação foi obtido quando foram utilizados níveis inferiores de adubação nitrogenada.

Maia (1989), comparando o método manual de adubação em cobertura com a aplicação do fertilizante nitrogenado através de irrigação por aspersão na cultura do feijão, observou que em nenhuma situação a fertirrigação foi inferior à adubação nitrogenada aplicada de forma convencional, além de possibilitar redução de mão-de-obra e menor dano físico ao solo e a cultura.

Bakker et al. (1984), comparando os efeitos da adubação nitrogenada por fertirrigação e aplicação convencional em três cultivares de alface, verificaram que a fertirrigação aumentou a disponibilidade e absorção de nitrogênio, bem como a quantidade de nitrato por planta, resultando em uma produção significativamente maior quando comparado com a aplicação convencional.

Estudos realizados por Slangen et al. (1988), comparando a fertirrigação com a adubação convencional na cultura da alface, verificaram que com relação a uniformidade das plantas, a fertirrigação mostrou-se mais eficiente, devido, principalmente, à ausência de altas concentrações de nutrientes, freqüentemente ocorridas com aplicações convencionais.

Gastaldi & Sutton (1989) trabalhando com a fertirrigação por gotejamento, encontraram que o nitrogênio acumulado aumenta linearmente com o crescimento e absorção de nitrogênio pela planta. Os autores relatam que esta informação pode ser empregada visando o uso eficiente do fertilizante nitrogenado nos sistemas de gotejamento.

Bruckner et al. (1990) observaram que a produção da alface foi mais afetada pela irrigação do que pelo fertilizante nitrogenado, deste modo, altas lâminas de irrigação e baixas taxas de aplicação de fertilizante resultaram em altas produções, maior absorção de nitrogênio e um menor efeito residual.

Devido aos poucos trabalhos na área de fertirrigação no Brasil, tudo ainda está caminhando para que a quantidade ótima de fertilizante a ser aplicado, seu parcelamento e sua distribuição no perfil do solo, sejam parâmetros conhecidos com intuito de melhorar a qualidade da fertirrigação. Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos de adubações nitrogenadas utilizando uréia e sulfato de amônio, aplicadas via água de irrigação e de forma convencional na produção de alface.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas / Universidade Estadual Paulista (FCA / UNESP) câmpus de Botucatu, em uma estufa de 192 m<sup>2</sup>, tipo pampeana, com dimensões de 8 m x 24 m, altura na parte central de 4 m, coberta por um filme transparente de 0,075 mm de espessura.

Os dados de evaporação foram obtidos por um Tanque Classe A colocado no interior da estufa, cuja a instalação, leitura e manejo foram realizados conforme recomendações de Marouelli et al. (1994); Bernardo (1989) e Klar (1991).

Utilizou-se a cultivar de alface "Regina 440" pertencente ao Grupo Lisa, que apresenta um ciclo de 65-75 dias, coloração das folhas verde claro, folhas mais soltas, a qual tem grande aceitação comercial, sendo cultivada em estufa sob condições de irrigação, inclusive por agricultores região da região de Botucatu.

O transplante das mudas para os canteiros definitivos foi realizado no dia 12 de setembro de 1994 no espaçamento de 30 x 30 cm, quando as mudas apresentavam de cinco a seis folhas definitivas.

Quanto à adubação, utilizou-se, como base, a recomendação do Instituto Agrônomo de Campinas (Raij et al., 1985).

A colheita ocorreu no dia 14 de outubro de 1994 no ponto de consumo, quando as "cabeças" atingiram seu máximo desenvolvimento, porém com folhas tenras e sem indício de florescimento. As plantas foram cortadas logo abaixo das folhas basais, bem rente ao solo, como recomenda Filgueira (1982).

Foi empregado o delineamento de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, perfazendo um total de vinte parcelas. Cada parcela experimental foi representada por um canteiro de 1,20 m de largura por 3,0 m de comprimento.

Os tratamentos utilizados foram:

T - Testemunha

C<sub>U</sub> - Aplicação de uréia de forma convencional

C<sub>S</sub> - Aplicação de sulfato de amônio de forma convencional

F<sub>U</sub> - Aplicação de uréia via água de irrigação

F<sub>S</sub> - Aplicação de sulfato de amônio via água de irrigação

Utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento (Tubogotejador "Queen Gil"), com duas linhas de irrigação por parcela, distanciadas entre si de 0,60 m, controladas por um registro de gaveta de 1/2" em cada parcela

O suprimento de água ao sistema proveio de dois reservatórios de 1000 litros, interligados e dispostos em uma estrutura de concreto e madeira com 2 m de altura, com cota superior à estufa (de 12 m) suficiente para pressurizar adequadamente as linhas de todo o sistema.

Para a determinação da vazão dos gotejadores e do coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação, amostraram-se pontos, utilizando-se uma adaptação à metodologia proposta por Merriam, Keller & Alfaro, conforme descrito por Pinto et al. (1991).

O sistema operou (60 kPa) no ponto médio da pressão de serviço recomendada pelo fabricante (50 a 70 kPa).

O manejo da irrigação baseou-se no nível de 100% da evaporação do Tanque Classe A instalado no interior da estufa. O turno de irrigação foi fixado em dois dias e a lâmina aplicada foi determinada considerando-se a porcentagem da evaporação medida no período entre duas irrigações e a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação.

O coeficiente de cultura foi igual a 1, usando-se o Tanque Classe A como referência (Reis, 1990). Entre outros, Kalil (1992), e Forero et al., citados por Andrade Junior (1994), também utilizaram o fator 1,0 da evaporação do Tanque Classe A.

O fertilizante foi diluído em um reservatório de 100 litros, o qual ficava sobre os 2 reservatórios de 1000 litros, cuja diferença de nível era de 12 m em relação à estufa.

A fertirrigação foi dividida em 5 aplicações com intervalos de 6 dias, devido à baixa exigência inicial, rápida lixiviação e índice salino elevado (Malavolta, 1980). Os

fertilizantes utilizados foram a uréia (  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  ) e o sulfato de amônio (  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  ). O tempo de fertirrigação foi calculado segundo recomendações de Keller E Karmeli, 1975.

A quantidade de adubo aplicado foi calculada segundo recomendações de Rajj et al. (1985), na dosagem de 60 Kg de N/ha, onde aplicou-se 9,6 g de uréia / parcela (3,6 m<sup>2</sup>) e 21,6 g de sulfato de amônio / parcela. A concentração da solução aplicada foi de 172 ppm, portanto, dentro a faixa recomendado por Pizarro (1987).

A aplicação de forma convencional foi realizada nas mesmas condições da fertirrigação, dividida em 5 etapas, ao lado da linha de gotejadores na mesma quantidade aplicada na fertirrigação.

A colheita ocorreu no dia 14 de outubro de 1994, data em que as plantas apresentavam-se prontas para o consumo. Foram avaliadas, nessa ocasião, as seguintes características: diâmetro das cabeças, matéria fresca, número de folhas, área foliar e matéria seca da alface. Para a determinação desses parâmetros, utilizaram-se 12 plantas por tratamento.

Para avaliar o nível de salinidade no solo, foram retiradas amostras de solo entre as linhas de plantas nos tratamentos, a cada 12 dias, na profundidade entre 10 e 20 cm. Determinou-se o extrato de saturação do solo pelo método descrito pela Embrapa (1979) e, em seguida, mediu-se a condutividade elétrica com o condutivímetro ( Digimed - modelo CD-2P ) e o pH com o peagâmetro ( Digimed - modelo DMPH 3).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes preliminares, realizados em condições de campo, permitiram verificar que para a pressão de serviço utilizada de 60 kPa, a vazão média, determinada por gotejador, foi de 1,24 l. h<sup>-1</sup>, valores bem próximos aos observados por Testezlaf & Campioni (1992) e Andrade Júnior (1994), que encontraram uma vazão média de 1,29 e 1,25 l h<sup>-1</sup>, respectivamente. A uniformidade de distribuição de água do sistema de gotejamento encontrada foi de 96,5 %, significando que a água foi uniformemente distribuída nas parcelas, permitindo uma aplicação de fertilizante mais uniforme na área.

Resultado semelhante (96,8%) foi observado por Andrade Júnior (1994) e Schmidt et al. (1993), que encontraram 98,0%, trabalhando com pressões entre 50 a 70 kPa. Segundo os mesmos autores, um bom coeficiente de uniformidade de distribuição de água é obtido quando o tubogotejador opera nas pressões entre 50 e 90 kPa e que estes melhores coeficientes encontrados são devido, em parte, à boa qualidade do produto. Comportamento semelhante também foi observado por Ullmann & Soccol (1996) que verificaram valores próximos de uniformidade de distribuição de água e fertilizante, obtendo um CUC (coeficiente de uniformidade de Christiansen) de 93,10% para a aplicação do produto químico e 92,35% para a distribuição de água pelo sistema.

Para avaliar o desenvolvimento da cultura, foram analisados os parâmetros de produção, comparando os tratamentos de fertirrigação com os tratamentos de adubação nitrogenada de forma convencional e testemunha, utilizando-se de 12 plantas por tratamento. A análise de variância foi efetuada, decompondo-se os quatro graus de liberdade dos tratamentos. Os valores médios dos parâmetros analisados, são apresentados pela Tabela 1.

TABELA 1. Valores médios de diâmetro (m), Matéria fresca (g), Número de folhas, Área foliar (cm<sup>2</sup>) e Matéria seca (g), em função dos tratamentos: Testemunha, Convencional com uréia, Convencional com sulfato, Fertirrigação com uréia e Fertirrigação com sulfato.

	Testemuha	Conv. uréia	Conv. sulfato	Fert. uréia	Fert. sulfato
Diâmetro	25,47	28,31	27,07	29,38	29,79
Matéria Fresca	102,08	130,42	120,42	169,17	160,83
Num-Folha	33,83	34,25	34,75	36,17	35,00
Área Foliar	2717,08	3345,83	3218,44	4103,51	3739,59
Matéria seca	6,81	8,36	7,57	10,09	8,87

A análise de variância dos valores relativos aos diâmetros de cabeça da alface mostrou que houve diferença significativa entre testemunha e os demais tratamentos, ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F, evidenciando que o diâmetro foi influenciado pelos sistemas de aplicação de adubação efetuados na cultura, porém não havendo diferença significativa ao nível de 1% pelo teste F, entre os adubos testados (uréia e sulfato de amônio) tanto na fertirrigação como na adubação convencional. Este resultado concorda com os observados por Couto & Branco (1963), que trabalhando com os mesmos adubos não encontraram diferenças significativas. Os tratamentos fertirrigados, FU e FS, mostraram-se superiores aos tratamentos de adubação convencional, CU e CS, concordando com os obtidos por Kalil, 1992.

A análise de variância decomposta dos valores relativos ao número de folhas da cabeça da alface não revelou diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F, mostrando que o número de folhas não foi influenciado pelos sistemas de adubação efetuados na cultura. Entre os tratamentos fertirrigados, o FU, mesmo não diferindo estatisticamente ao nível de 1% pelo Teste F, proporcionou uma pequena diferença de área foliar em relação ao FS, sendo pouco superior, devido provavelmente ao seu índice salino menor que o do sulfato de amônio (Perez, 1976).

Foi observado diferença significativa, ao nível de 1% pelo teste F, entre as formas de aplicação de fertilizante, evidenciando que as adubações nitrogenadas aplicadas por fertirrigação e de forma convencional afetaram os valores de área foliar das plantas, obtendo-se os maiores valores de área foliar para os tratamentos fertirrigados, concordando com os obtidos por Kalil, 1992.

A análise de variância dos valores relativos à matéria seca da alface revelou diferenças significativas entre os tratamentos, ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F, mostrando que a matéria seca foi influenciada pelos sistemas de adubação efetuados na

cultura. Os valores médios de matéria seca no sistema de adubação convencional foram aproximadamente 20% inferiores aos observados nos tratamentos fertirrigados, evidenciando-se as vantagens promovidas pela fertirrigação. De fato, foram verificadas diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, entre os tratamentos fertirrigados e os de adubação convencional. Para este parâmetro, não houve diferenças significativas entre os adubos nitrogenados, ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F, entre os tratamentos fertirrigados e os de adubação convencional. Resultados semelhantes foram obtidos por (Gargantini & Oliveira Filho, 1972), que comparando adubos nitrogenados no desenvolvimento da cultura do trigo, não verificaram diferenças significativas para a produção de matéria seca, entre os mesmos fertilizantes testados.

A análise de variância dos valores relativos à matéria fresca da alface revelou diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F, mostrando que a matéria fresca da alface foi influenciada pelos tratamentos efetuados. A produtividade no sistema de fertirrigação foi de 18,80 t.ha<sup>-1</sup>, enquanto que para a adubação convencional, a produtividade ficou em torno de 13,49 t.ha<sup>-1</sup> e tendo a testemunha ocupando a posição inferior de 11,30 t.ha<sup>-1</sup>. Estes resultados apresentam uma certa aproximação com os obtidos por Araújo et al. (1972), que trabalhando com a uréia durante três anos na cultura da alface, pulverizada de cinco em cinco dias, encontraram 18,17 t.ha<sup>-1</sup> contra 7,70 t.ha<sup>-1</sup> da testemunha.

A produção significativamente maior da fertirrigação, quando comparada com adubação convencional, foi também verificada nos trabalhos de Bakker et al., 1984, Kalil, 1992 e Slangen et al., 1988.

Devido à acidificação do solo ser provocada por diversas fontes de nitrogênio, foram retiradas amostras de solo para fazer determinações da condutividade elétrica do extrato saturado do solo e pH, aos 12, 24 e 36 dias após o início das aplicações dos adubos

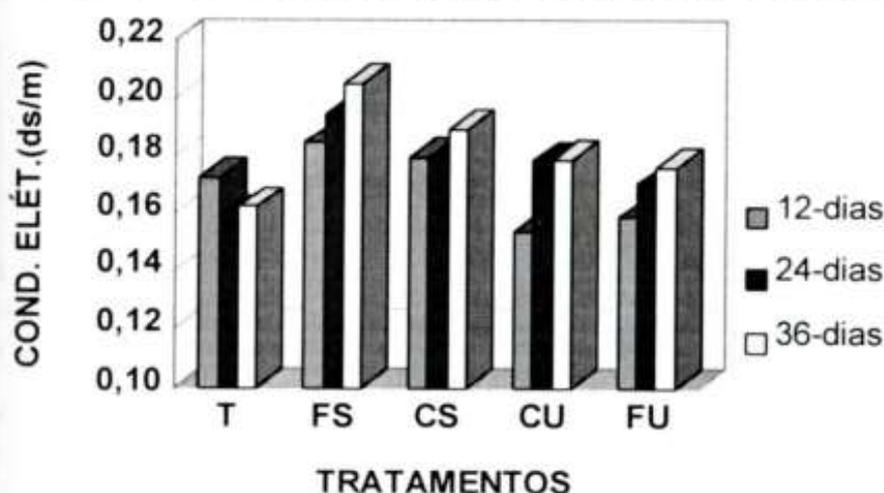


FIGURA 1. Efeito das adubações nitrogenadas (via água de irrigação e convencional) e testemunha na condutividade elétrica do extrato saturado do solo.

(Fig.1 e Fig.2). Com relação às adubações nitrogenadas com sulfato de amônio (CS e FS) e uréia (CU e FU), verifica-se, pelas avaliações feitas aos 12, 24 e 36 dias, que os valores de pH do solo foram diminuindo com o decorrer do tempo, chegando a um valor mínimo de 5,56 para tratamento CS.

Os tratamentos (FU e CU), que receberam a uréia como fonte de nitrogênio, promoveram uma redução média nos valores de pH do solo em torno de 5%. Entretanto, a redução observada para o tratamento CU foi menor, provavelmente devido à sua distribuição no perfil do solo ser menos eficiente e uniforme quando comparada com a FU. Para os tratamentos (CS e FS), que receberam o sulfato de amônio como fonte de nitrogênio, os valores médios de pH do solo foram reduzidos em 9% onde houve uma menor redução na adubação convencional. O sulfato de amônio promoveu uma maior acidificação no solo devido, em parte, à hidrólise da uréia que inicialmente aumenta o pH, diminuindo no final da reação devido a nitrificação (Pavan e Parra, 1995).

Os valores de condutividade elétrica do extrato saturado do solo tiveram comportamento inverso aos de pH do solo, aumentando com o decorrer do tempo, a medida que a concentração de sais no solo aumentava.

Conforme Ayres & Westcot (1991), a alfaca é considerada moderadamente sensível à salinidade, tolerante a níveis de condutividade do extrato saturado do solo (CEs) de até 1,3 dS/m e 0,9 dS/m da condutividade elétrica da água (CEa). Portanto, os maiores valores médios encontrados de 0,2 dS/m não promoveram reduções em seu rendimento.

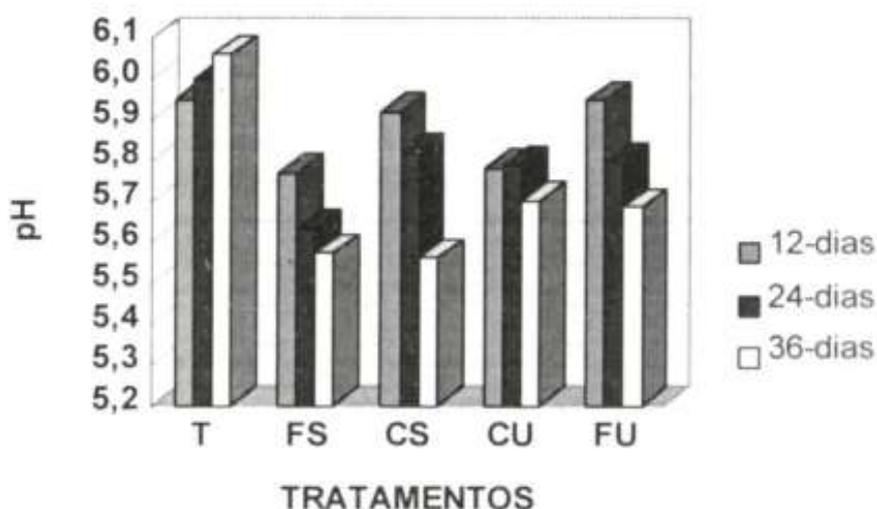


FIGURA 2. Efeito das adubações nitrogenadas (via água de irrigação e convencional) e testemunha no pH do solo.

## 6 CONCLUSÕES

A análise dos resultados permitiu as seguintes conclusões:

- o sistema de gotejamento mostrou-se eficiente promovendo altos coeficientes de uniformidade de distribuição de água e fertilizante;
- os maiores valores de diâmetro de cabeça da alface foram obtidos nos tratamentos fertirrigados, entretanto, não houve diferenças significativas entre os adubos testados na fertirrigação e na adubação convencional;
- com relação ao número de folhas, não constatou-se diferença significativa entre os tratamentos fertirrigados e de adubação convencional;
- os resultados de área foliar permitiram concluir que não houve diferença entre os adubos testados, e que os tratamentos fertirrigados foram superiores aos tratamentos que receberam adubação convencional;
- os valores de matéria seca observados nos tratamentos fertirrigados foram 17% superiores aos de adubação convencional;
- a produtividade da alface fertirrigada foi afetada pelos sistemas de adubação utilizados, no entanto, a fertirrigação e adubação convencional chegaram a 18,80 t/ha e 11,30 t/ha, respectivamente;
- os valores de condutividade elétrica do extrato saturado do solo determinados nas três épocas mostraram que os maiores valores de condutividade elétrica foram obtidos pelo sulfato de amônio.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE JUNIOR, A. S. de. *Manejo da irrigação na cultura da alface (Lactuca sativa L.) através do Tanque Classe A*. Botucatu, 1994. 104p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônomicas/ Universidade Estadual Paulista.
- ARAÚJO, L. C. P., CONCEIÇÃO, A. J. e BORGES, I. O. Emprego da uréia na adubação foliar da alface (*Lactuca sativa L.*). *Rev. de Oleric.* 12: 29, 1972.
- AYRES, R. S., WESTCOT, D. W. *A qualidade da água na agricultura*; tradução de Gueiy, H. R., Medeiros, J. F., Damasceno, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado 1).

- BAKKER, M. J., SLANGEN, J. H. G., GLAS, W. Comparative investigation into the effect of fertigation and of broadcast fertilization on the yield and nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa L.*). *Neth. J. of Agric. Sci.* v.32, p.330-333. 1984.
- BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. 4 ed. Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 1989. 488 p.
- BRANCO, A. A., COUTO, F. A. A. Observações sobre o efeito do azoto, fósforo e potássio, na adubação da alface. *Rev. de Oleric.* n.2, p.88-96. 1962.
- BRUCKNER, U., et al. Investigations into cabbage lettuce. *Gemuse Muchen.* v.26, p. 306-10, 1990.
- CAMARGO, L. S. *As hortaliças e seu cultivo*. 3 ed. Campinas: Fundação Cargil, 1992. 252 p.
- COSTA, E. F. , FRANÇA, G. E., ALVES, V. M. C. Aplicação de fertilizante via água de irrigação. *Infor. Agropecu.*, v.12, n.139, p.63-8. 1986.
- COUTO, F. A. A., BRANCO, A. A. Efeito de fontes de azoto na fertilização de alface. *Rev. de Oleric.* n.3, p. 5-11. 1963.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1979.
- FILGUEIRA, F. A. R. Chicoriáceas: alface, chicória e almeirão. In: \_\_\_\_. *Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças*. 2 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. v.2, cap. 3, p.77-93.
- GARCIA, L. L. C., HAAG, H. P., NETO, V. D. Nutrição mineral de hortaliças. Deficiências de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa L.*), cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia. *An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz: Univ. São Paulo*, v.39, p. 349-62, 1982.
- GARGANTINI, H., OLIVEIRA FILHO, F. S. de. Efeito de diferentes fertilizantes nitrogenados na produção do trigo em vasos. *Bragantia.* v.31, n.11, p. 129-135, 1985.
- GASTALDI, C. R., SUTTON, B. G. Optimizing nitrogen fertilization of vegetable crops by drip irrigation. *Acta Hortic. Wageningen*, n.247, p. 217-221. 1989.
- HUETT, D. O. Effect of nitrogen on the yield and quality of vegetables. *Acta Hortic. Wageningen*, n.247, p. 205-209. 1989.

- KALIL, A. J. B. *Comparação entre adubação nitrogenada via fertirrigação por gotejamento e aplicação convencional na produtividade da alface (Lactuca sativa L.)*. Viçosa, 1992. 60p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa.
- KELLER, J. e KARMELI, D. *Trickle irrigation design*. California. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133 p.
- KLAR, A. E. Uso de tanques e fórmulas climáticas em irrigação. In: \_\_\_\_\_. *Irrigação: frequência e quantidade de aplicação de água*. São Paulo: Nobel, 1991. p. 95-127.
- LECLERC, J. et al. Effect of climatic conditions and soil fertilization on nutrient composition of salad vegetables in Burgundy. *Sci. Aliments*. v.10, p. 633-46, 1990.
- MAIA, P. C. S. *Fertirrigação por sistema de irrigação por aspersão convencional na cultura do feijoeiro (Phaseolus vulgares L.)*. Piracicaba, 1990. 80p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / Universidade de São Paulo.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. Editora Ceres, São Paulo, 1980. 251p.
- MARQUELI, W. A., SILVA, W. L. C. e SILVA, H. R. Manejo da irrigação em hortaliças. *Circular Técnica. Cent. Nac. Pesqui. Hortaliças / EMBRAPA/CNPH - SPI*, p.1-60, 1994.
- PAVAN, M. A., PARRA, M. S. Instruções para melhor uso da uréia como fertilizante. *Circ. Téc.*, IAPAR, n.116. p.1-8, 1995.
- PERÉZ, M. B. *Evaluacion de la salinidad en suelos y agua*. Centro de Informaciony Documentacion Agropecuaria-INRA. Escuela de Ciencias Agropecuarias del Habana. 1976. 68p.
- PINTO, J. M. , SOARES, J. M. , NASCIMENTO, T. Análise de coeficientes de uniformidade de distribuição de água em irrigação localizada. *Bol. Pesqui. Cent. Pesqui. Agropecu. Trop. Semi-Árido/EMBRAPA*. n.41. p.1-24, 1991.
- PIZARRO, F. C. *Riegos localizados de alta frecuencia*. Madrid: Mundi Prensa, 1987. 461 p.
- RAIJ, B. van, et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. *Bol. Téc. IAC: Campinas*. n.100, p.1-107. 1985.

- REIS, E. F. *Efeitos de quatro profundidades freáticas sobre o uso consuntivo e o crescimento da alface (Lactuca sativa L.)*. Viçosa, 1990. 53p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa.
- SCHIMIDT, M. V. V. , LOUREIRO, B. T. , DENÍCULI, W. Características hidráulicas do tubogotejador "Quenn Gil". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. *Anais...* Ilhéus: SBEA, 1993, v.4, p.2612-25.
- SGANZERLA, E. *Nova Agricultura : a fascinante arte de cultivar com plásticos*. 5 ed. Guaíba: Agropecuária, 1995. 142p.
- SLANGEN, J. H. G., TITULAER, H. H. H., GLAS, W. The importance of fertigation for the improvement of N-fertilizer use efficiency in lettuce culture. *Acta Hortic.* n. 222. p 135-46. 1988.
- TESTEZLAH, R., CAMPIONI, E. C. Comportamento hidráulico do tubo gotejador "Quenn Gil". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21, 1992, *Anais...* Santa Maria: SBEA, 1992, p.10.
- ULLMANN, M. N. & SOCCOL, O. J. Avaliação da uniformidade de distribuição de fertilizante via água de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25 E CONGRESSO LATINO AMERICANO DE INGENIERIA AGRÍCOLA, 2, Bauru. *Anais...* Bauru: SBEA, 1996, p.304.
- VITTI, G. C., BOARETTO, A. E. e PENTEADO, S. R. Fontes de fertilizantes e fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUÍDOS, 1993, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba, ESALQ/CENA, POTAFOS, 1993, p.233-256.