

ISSN 0104-1347

Influência do intervalo entre irrigações na produção e nas variáveis fisiológicas da alface hidropônica¹

Effect of irrigation intervals on production and physiological variables of hydroponic lettuce¹

Felipe Gustavo Pilau²; Sandro Luis Petter Medeiros³; Paulo Augusto Manfron³; Cleusa Bianchi⁴; Braulio Otomar Caron⁵ e Reinaldo Bonnacarrère⁶

Resumo - Os ensaios foram realizados no Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia (NUPECH) no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS, de setembro de 2000 a abril de 2001. Foram conduzidos cinco cultivos de alface, com o objetivo de avaliar a resposta estomática e a transpiração, bem como a produção de fitomassa fresca e seca da alface, em função de dois intervalos entre irrigações no período diurno (06 – 19h), T15/15 – período de irrigação de 15 minutos a cada 15 minutos e T15/30 – período de irrigação de 15 minutos a cada 30 minutos, e o consumo de energia elétrica de ambos intervalos. O aumento do intervalo entre irrigações de 15min para 30min ocasionou uma elevação dos valores de resistência estomática e uma diminuição da taxa de transpiração durante o período sem irrigação. Entretanto, a produção fitomassa (seca e fresca) de alface foi estatisticamente idêntica nos dois intervalos entre irrigações. Assim, o intervalo de 30min foi mais eficiente economicamente, pois proporcionou uma redução de 28,3% no consumo de energia elétrica, quando comparado ao T15/15.

Palavras-chave: alface, cultivo protegido, hidroponia, irrigação.

Abstract - The trial was carried out at the Ecophysiology and Hydroponics Research Center of the Crop Science Department, at the Federal University of Santa Maria, from September 2000 to April 2001, including five plantings of lettuce. The goal was to evaluate the stomatal resistance, transpiration, fresh and dry mass production, using two irrigation intervals during day time (06:00 – 19:00h): T15/15 – 15 minutes of irrigation time every 15 minutes and T15/30 – 15 minutes irrigation time every 30 minutes. The electricity consumption was measured in each treatment. The results showed greater values of transpiration and stomatal resistance in treatment T30/30 than T15/30, during non irrigation interval. However, both irrigation intervals were efficient in production of the hydroponic lettuce, with dry and fresh matter were statistically equal at harvest. The treatment T15/30 was more efficient economically because allowed a 28.3% reduction in electricity consumption with same production.

Key words: lettuce, hydroponics, irrigation, greenhouse.

Introdução

O cultivo hidropônico é uma atividade que deve ser desenvolvida em ambiente protegido (estu-

fa), para que ocorra um maior controle sobre o crescimento das plantas e da solução nutritiva (TEIXEIRA, 1996). O principal sistema de cultivo hidropônico em uso atualmente no Brasil é o deno-

¹Parte da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria.

²Engenheiro Agrônomo, Mestre, aluno de Pós-graduação em Física do Ambiente Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (USP). E-mail: fgpilao@carpa.ciagri.usp.br.

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Prof. do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria.

⁴Engenheiro Agrônomo.

⁵Engenheiro Agrônomo, Doutor, Prof. da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA).

⁶Engenheiro Agrônomo, Mestre, Prof. Substituto do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria.

minado “NFT”, ou seja, a técnica de fluxo laminar de nutrientes (COOPER, 1996). Nesse sistema, as plantas são conduzidas em bancadas e o sistema radicular permanece parcialmente submerso no fluxo de uma solução nutritiva, o qual não deve inundá-lo por completo: aproximadamente 2/3 das raízes devem estar submersas para absorver água e nutrientes e 1/3 não submersa, absorvendo oxigênio (STAFF, 1998). O sistema hidráulico de um conjunto hidropônico NFT é fechado, ou seja, a solução nutritiva é bombeada de um reservatório, passa pelas raízes das plantas nos canais das bancadas e volta por gravidade ao reservatório (FAQUIN & FURLANI, 1999).

DANTAS (1997) explica que a alface é uma hortaliça exigente em água, onde a quantidade e qualidade da mesma influem na produtividade desta cultura. Em relação aos turnos de irrigação, nota-se que existem muitas diferenças entre os sistema de cultivo, a campo ou estufa, e principalmente diferenças em um mesmo sistema. O ambiente de cultivo é determinante no estabelecimento dos turnos de irrigação (MORAES, 1997).

RESH (1997) recomenda intervalos de irrigação de 15 minutos durante o dia. No período noturno dependendo das condições meteorológicas, o sistema pode ser desligado ou programado para funcionar 2-3 vezes em intervalos espaçados de acordo com a necessidade da cultura. Recomendação similar encontra-se em BLISKA Jr. & HONÓRIO (1996) e FAQUIN & FURLANI (1999), os quais citam que de maneira geral, a circulação da solução nutritiva pelos canais das bancadas é intermitente, controlada por um programador eletrônico, utilizando-se períodos de 15 a 20 minutos de circulação e de 10 a 15 minutos de sem irrigação, durante o período diurno. À noite, recomenda-se a circulação por 10 a 15 minutos a intervalos de 2 a 4 horas.

A frequência dos ciclos de irrigação depende da espécie cultivada, do estágio de desenvolvimento das plantas, das condições meteorológicas no interior das estufas, particularmente da intensidade luminosa, comprimento do dia e temperatura do ar, e do meio de cultivo. As plantas com maior área foliar, requerem uma irrigação mais frequente, pois perdem água rapidamente através da transpiração. Em estufas,

sob condições de alta intensidade luminosa, geralmente acompanhada de temperaturas elevadas, especialmente durante os meses de verão, aumenta a taxa de evapotranspiração ocasionando maior absorção d’água. A frequência dos ciclos tem que ser suficiente para impedir qualquer déficit hídrico nas plantas entre os ciclos, e suficientemente espaçados para proporcionar uma adequada drenagem do meio, de forma que haja uma apropriada oxigenação das raízes das plantas (RESH, 1997).

A frequência de irrigação determina o consumo de energia elétrica no sistema hidropônico NFT. A frequência adequada, além de possibilitar o crescimento das plantas, determina um menor consumo de energia elétrica, promovendo então maior ganho econômico na produção. Em função disto, o objetivo do trabalho foi avaliar, no período primavera-verão, a influência de dois intervalos entre irrigações, na produção de fitomassa fresca e seca da alface hidropônica, avaliando-se o consumo de energia elétrica de ambos intervalos.

Material e métodos

Os ensaios foram conduzidos na área experimental do Núcleo de Pesquisas em Ecofisiologia e Hidroponia (NUPECH), no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, de outubro de 2000 a abril de 2001, em estufa plástica de 250m² de área, coberta com filme plástico do tipo policloreto de vinil (PVC), com 200µm de espessura.

A cultivar de alface Regina foi utilizada, sendo as mudas produzidas em bandejas de isopor, preenchidas com substrato agrícola. A semeadura (Tabela 1) foi realizada em bandejas colocadas, em sistema de “floating”, utilizando-se a solução nutritiva recomendada por CASTELLANE & ARAUJO (1995), preparada e diluída para 25% de sua concentração recomendada.

Tabela 1 Datas de semeadura, transplante para o berçário (Transp_Ber), transplante para bancadas de produção final (Transp_PF.) e da colheita dos cultivos conduzidos durante o período experimental. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2002.

Datas	Cultivo 01	Cultivo 02	Cultivo 03	Cultivo 04	Cultivo 05
Semeadura	19/09/2000	19/10/2000	28/11/2000	09/01/2001	13/02/2001
Transp_Ber.	18/10/2000	14/11/2000	26/12/2000	29/01/2001	06/03/2001
Transp_PF	30/10/2000	27/11/2000	03/01/2001	12/02/2001	13/03/2001
Colheita	20/11/2000	18/12/2000	17/01/2001	05/03/2001	03/04/2001

Quando as plantas apresentavam de 4 a 5 folhas definitivas e aproximadamente 10cm de altura, foi realizado o transplantio para o berçário, com a finalidade de aumentarem a parte aérea e o sistema radicular para uma melhor sustentação. No berçário foi utilizada a solução nutritiva recomendada por CASTELLANE & ARAÚJO (1995), diluída a 50% de sua concentração recomendada.

Na etapa de produção de mudas, foi realizado o acompanhamento da solução nutritiva a cada 48h, para a reposição de água quando necessário e medidas da condutividade elétrica e do pH da solução, de modo que este se mantivesse na faixa de 5,8 a 6,2.

Após a etapa de berçário, que teve a duração média de 10 dias, realizou-se o transplantio para as bancadas de produção final (Tabela 1), formadas de telhas de cimento-amianto de 1,10m x 3,66m com seis canais de cultivo de 5,0cm de profundidade. Para a sustentação das plantas utilizaram-se placas de isopor com 2cm de espessura, perfuradas com orifícios de 5cm de diâmetro. O espaçamento utilizado foi de 25cm entre plantas no mesmo canal e de 22cm entre plantas de canais distintos, com distribuição das plantas em um esquema triangular.

A solução nutritiva utilizada na produção final foi a recomendada por CASTELLANE & ARAÚJO (1995), na quantidade de 400 litros, preparada a 75% de sua concentração recomendada, distribuída nos canais de cultivo através de um conjunto moto-bomba de 1/2HP, com uma vazão de $1,5 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ de solução nutritiva por canal de cultivo, e recolhida no final da bancada de cultivo através de uma calha coletora, retornando ao reservatório.

A reposição de água, acompanhamento da condutividade elétrica e o controle do pH da solução nutritiva, mantendo este na faixa de 5,8 a 6,2, foram mantidas durante o ciclo da cultura.

Os tratamentos avaliados foram dois intervalos entre irrigações durante o período diurno (06 às 19h), utilizados na etapa de produção final do cultivo hidropônico de alface.

T15/15 – período de irrigação de 15 minutos a cada intervalo de 15 minutos no período diurno.

T15/30 – período de irrigação de 15 minutos a cada intervalo de 30 minutos no período diurno.

Durante o período noturno (19 às 06 h), a irrigação foi uniformizada para os tratamentos, irrigando-se

durante 15 minutos, com intervalos de 2 horas.

O início do período de irrigação foi controlado por um Programador Horário-Eletromecânico para o acionamento do sistema moto-bomba de acordo com o programado.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com três repetições. Para cada tratamento, foram utilizadas duas bancadas de produção final, com cinco dos seis canais de cultivo, dando um total de 140 plantas por tratamento. A avaliação dos tratamentos foi realizada em cinco cultivos sucessivos no período compreendido entre outubro de 2000 e abril de 2001 (Tabela 1).

Na colheita, foram determinados a fitomassa fresca total e a fitomassa fresca da parte aérea. Para a determinação da fitomassa seca, o material foi acondicionado em sacos de papel individualizados e identificados, colocados em estufa de secagem de ventilação forçada a 65°C , até peso constante.

O consumo dos conjuntos moto-bomba utilizados nos diferentes intervalos de irrigação T15/15 e T15/30, foi realizado com o auxílio de um contador de consumo de energia elétrica. Os valores de temperatura foram obtidos de termohigrógrafo instalado no centro da estufa, a 1,5m do solo.

Utilizando-se um Porômetro (Steady State Porometer), marca Li-Cor, inc., modelo Li-1600, determinou-se a resistência estomática, a transpiração e a radiação fotossinteticamente ativa durante os cinco minutos finais dos períodos em que as plantas estavam sendo irrigadas e daqueles períodos em que as plantas permaneciam sem irrigação. Nestas determinações foram utilizadas três plantas por tratamento, selecionadas no momento da primeira medida, realizando-se a leitura em duas folhas intermediárias de cada planta, tomando-se a média.

Resultados e discussão

As variações da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) nos momentos das leituras (Figura 1) foram decorrentes basicamente dos diferentes graus de nebulosidade verificados ao longo das leituras. ODA & AOKI (1988), estudando a cultura da alface, determinaram ponto de compensação lumínica de $32 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ e o ponto de saturação de $1726 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$. Na Figura 1, verifica-se apenas no terceiro cultivo valores RFA inferiores a

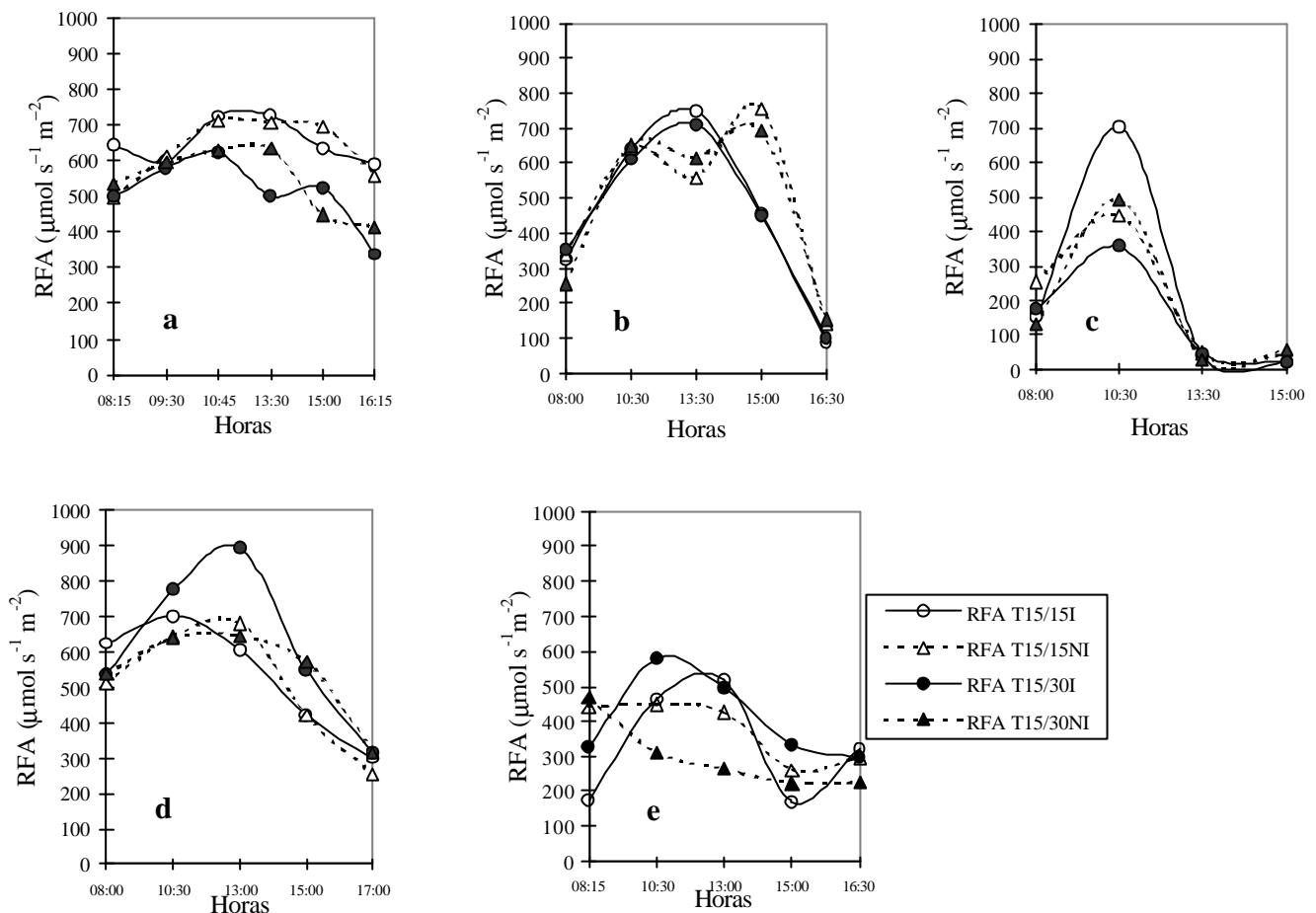


Figura 1. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) nos tratamentos com intervalo de 15min entre irrigações (T15/15) e com intervalo de 30min entre irrigações (T15/30), durante os períodos com irrigação (I) e sem irrigação (NI) para o (a) primeiro, (b) segundo, (c) terceiro, (d) quarto e (e) quinto cultivo. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2002.

$32\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ pela ocorrência de chuva, dificultando então a abertura estomática. Nas demais condições (Figura 1), a RFA sempre permaneceu acima do valor de compensação lumínica, não atingindo o ponto de saturação de RFA, estando a resposta estomática relacionada às condições hídricas às quais as plantas estavam submetidas.

SILVA *et al.* (1999) demonstraram que a resistência estomática tende a reduzir nos primeiros períodos da manhã, aumentando posteriormente, com a elevação da radiação fotossinteticamente ativa, e voltando a diminuir, acompanhando a redução dos valores de radiação solar ao entardecer. Tal resposta é característica de plantas crescendo com pouca disponibilidade de água.

Nas Figuras 2a e 2b, primeiro e segundo cultivos, verifica-se que a resposta estomática durante o período de irrigação foi similar em T15/15I e T15/

30I, apresentando valores baixos de resistência estomática, inferiores a 6s cm^{-1} em T15/15I no primeiro cultivo e inferiores a $2,5\text{s cm}^{-1}$ no segundo cultivo. Porém, avaliando-se apenas os momentos sem irrigação (NI), verifica-se que no intervalo entre irrigações T15/30NI ocorreram valores de resistência estomática superiores aos verificados em T15/15NI, nas horas de maior disponibilidade de RFA (10 às 15h). Com esta resposta, verificou-se que no momento entre as irrigações, os valores transpiração foram inferiores em T15/30NI quando comparados aos de T15/15NI, evidenciando um déficit hídrico temporário. Este déficit hídrico temporário refere-se apenas a diminuição da transpiração no maior intervalo entre irrigações, T15/30, em virtude da menor disponibilidade de água, quando comparado ao intervalo T15/15, o qual manteve a transpiração mais elevada devido a maior disponibilidade de água.

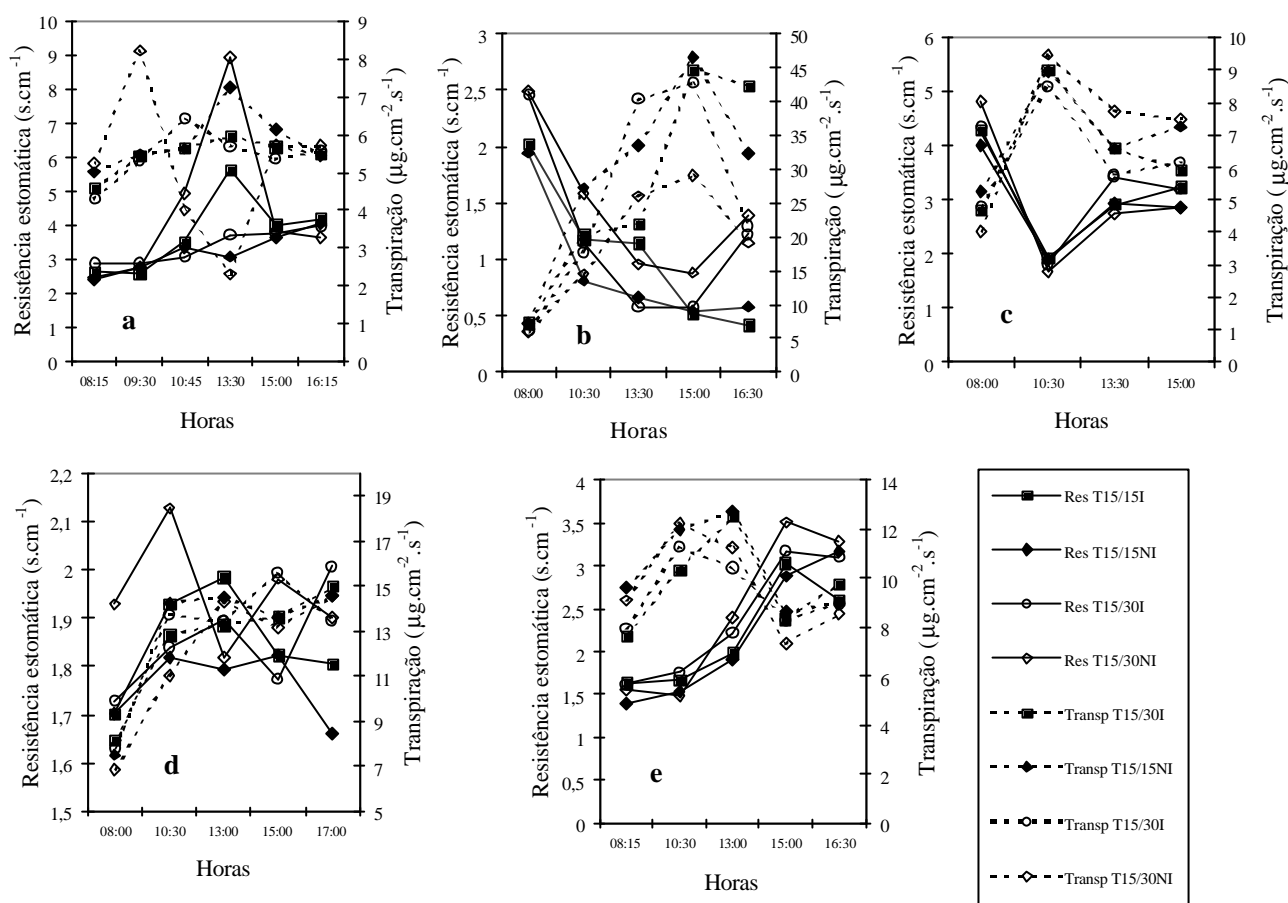


Figura 2. Resistência estomática e transpiração nos tratamentos T15/15 e T15/30, nos períodos de irrigação (—) e sem irrigação (---) para o primeiro (a), segundo (b), terceiro (c), quarto (d) e quinto (e) cultivo. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2002.

No terceiro cultivo (Figura 2c), visualiza-se uma resposta similar nos dois intervalos de irrigação, mesmo para os períodos com e sem irrigação. Essa resposta foi decorrente da maior nebulosidade neste dia, o que impediu um excessivo aumento da temperatura do ar no interior da estufa, favorecendo assim a abertura estomática em ambos intervalos adotados. A partir das 13h30min, com início da chuva, a RFA atingiu valores inferiores ao ponto de compensação da cultura (Figura 1c), ocorrendo fechamento estomático.

No quarto cultivo (Figura 2d), ocorreu uma resposta estomática muito próxima entre T15/15 e T15/30 durante o período de irrigação, com valores de resistência estomática sempre baixos, e inferiores a $2,2 \text{ s cm}^{-1}$. Entre as irrigações, verifica-se que T15/30NI apresentou valores de resistência estomática superiores os verificados em T15/15NI. Neste caso, a transpiração em T15/30NI foi restringida, ao passo que em T15/15NI já apresentava transpiração elevada a partir das 10h30min.

No quinto cultivo (Figura 2e), ocorreu uma resposta da transpiração muito próxima entre os intervalos T15/15 e T15/30. Verificou-se apenas uma pequena diferença nos valores de transpiração nas 13h, onde no intervalo T15/15, tanto no momento de irrigação quanto sem irrigação apresentou valores de transpiração levemente superiores, porém não caracterizando um déficit hídrico em T15/30.

Em geral, nos momentos entre as irrigações, o intervalo T15/30 apresentou valores de resistência estomática pouco superiores ao intervalo T15/15, porém durante as irrigações os valores foram similares nos dois intervalos (Figura 2). Os valores de resistência estomática nestas situações foram baixos, inferiores a 6 s cm^{-1} . SILVA et al. (1999) citam um valor de resistência estomática de 15 s cm^{-1} para a cultura do amendoim em déficit hídrico. BRUNINI & CARDOSO (1998) encontraram um valor de resistência estomática superior a 160 s cm^{-1} para clones de seringueira sob déficit hídrico. Assim verifica-se que os valores encontrados para a alface podem ser

considerados baixos e significam que as plantas não sofreram uma deficiência hídrica acentuada, mesmo no maior intervalo entre irrigações. Também demonstram que intervalo T15/30 foi eficiente no fornecimento de água para a cultura, mesmo em condições de elevada temperatura do ar durante a primavera e o verão (Figura 3). Isso pode ser comprovado pelos valores de fitomassa fresca total (FFT) e da parte aérea (FFPA) e fitomassa seca total (FST) os quais foram estatisticamente iguais entre os dois intervalos (Tabela 2).

Na Tabela 2, encontram-se os valores de FST, os quais são similares aos encontrados na literatura. SCHMIDT (1999) obteve FST de 13,36g planta⁻¹ para a cultivar Regina, cultivada sob hidroponia na primavera. PILAU *et al.* (2000), avaliando cultivares de alface em hidroponia, também na primavera, citam um valor de FST igual a 18,9g planta⁻¹ para a cultivar Regina, valor este pouco superior a média de FST para os cinco cultivos (Tabela 2), possivelmente pela ocorrência de condições meteorológicas mais favoráveis ocorridas na condução do experimento do referido autor.

Os resultados de FFT e FFPA (Tabela 2) são coerentes com os valores encontrados na bibliografia. SANTOS *et al.* (2000) avaliando cultivares de alface para cultivo hidropônico de primavera, destacam a cultivar Regina com FFT de 221,7g planta⁻¹. SALATIEL *et al.* (2000), em avaliação de cultivares em estufa, nas épocas de junho, outubro e janeiro, obtiveram um valor médio de FFPA para a cultivar Regina de 254,4g planta⁻¹, e PILAU *et al.* (2001) avaliando a mesma cultivar durante o verão, obtiveram um valor 184,75g planta⁻¹.

Assim, verifica-se na Tabela 2 que os resultados de FFT, FFPA e FST nos intervalos T15/15 e T15/30 são estatisticamente iguais e similares aos verificados na bibliografia, para a referida época de cultivo. Observa-se que o segundo e terceiro cultivos apresentaram coeficientes de variação (CV), na maioria das vezes, superiores a 20%, o que é considerado alto. Nesses dois cultivos ocorreu um número elevado de dias com temperaturas máximas do

ar superiores a 40°C (Figura 3), valores estes excessivamente altos para a alface pois, segundo SEGNER *et al.* (1991), a temperatura do ar não deve ser nunca superior a 24,1°C para esta cultura. Tais condições térmicas prejudicaram o crescimento da alface, provocando desuniformidade entre plantas, resultando em coeficientes de variação elevados.

Na análise econômica dos dois tratamentos estudados, verificou-se maior consumo de energia elétrica pelo conjunto moto-bomba no tratamento T15/15 em relação ao T15/30 (Tabela 3), sendo que esta diferença ao longo de um ano de cultivo aumenta os custos de produção da alface.

Durante um ano, em média, pode-se ter até 14 ciclos de cultivo de alface em estufa plástica, com cada ciclo apresentando 25 dias de cultivo. Em uma estufa, como a utilizada para a condução deste trabalho, com 250m² de área útil, podem ser instaladas 24 bancadas de produção final, contendo 84 plantas cada uma, produzindo um total de 2016 plantas de alface por ciclo.

Para a irrigação de 24 bancadas, devem ser instaladas três moto-bombas com capacidade para 90 l min⁻¹ cada, ou seja, uma moto-bomba para 8 bancadas. Cada bancada constitui-se de 6 canais de cultivo, recebendo uma vazão de 1,5 l min⁻¹ canal⁻¹ de solução nutritiva, resultando no total de 72 l min⁻¹ por bancada. O conjunto moto-bomba deve possuir uma reserva de 20% da sua potência, o que é aconselhável por permitir a recirculação de parte da solução nutritiva de volta ao tanque para sua aeração.

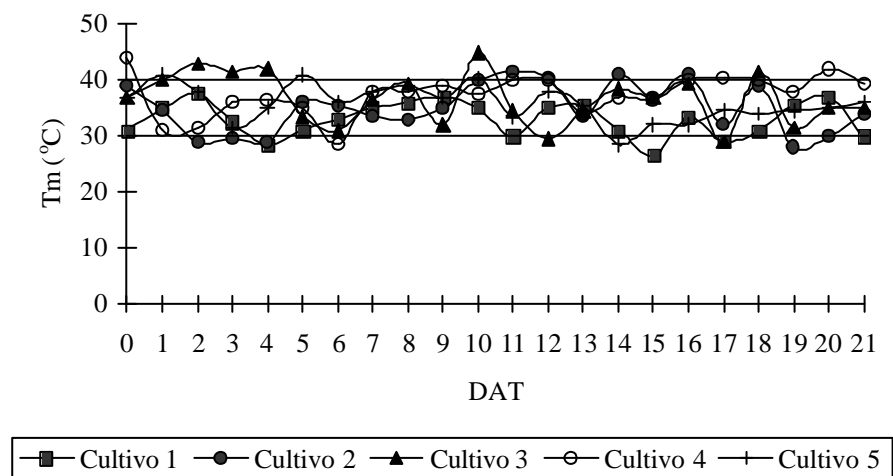


Figura 3. Valores diários de temperatura máxima do ar (T_m) registrados no período de condução dos cinco cultivos, em dias após o transplante (DAT). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2002.

Tabela 2. Fitomassa seca total (FST), fitomassa fresca total (FFT) e fitomassa fresca de parte aérea (FFPA) das plantas, aos 21 dias após o transplante, para os intervalos entre irrigações T15/15 e T15/30, dos cinco cultivos realizados. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2002.

Cultivos	FST			FFT			FFPA		
	T15/15	T15/30	C.V.	T15/15	T15/30	C.V.	T15/15	T15/30	C.V.
1	10,785A	13,001A	16,3	276,655A	289,088A	12,27	238,837A	252,418A	9,40
2	21,871A	21,376A	22,3	358,202A	312,265A	23,53	258,743A	258,626A	36,72
3	17,961A	16,207A	22,6	385,985A	335,294A	16,51	340,923A	294,341A	23,20
4	12,891A	14,734A	14,6	256,922A	265,093A	9,60	219,882A	220,195A	9,44
5	13,259A	12,790A	5,5	269,403A	273,881A	8,06	220,868A	233,526A	8,09
Média	15,353	15,621	-----	309,433	295,124	-----	255,850	251,821	-----

Valores seguidos pela mesma letra na horizontal não diferem entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

O tempo de funcionamento do conjunto moto-bomba para T15/15 foi de 480min dia⁻¹ e para T15/30 de 345min dia⁻¹, e a partir das especificações citadas, pode-se avaliar o consumo de energia dos intervalos entre irrigações T15/15 e T15/30 (Tabela 3).

Na Tabela 3 verifica-se uma grande diferença no consumo de energia elétrica entre os intervalos de irrigação T15/15 e T15/30. Em porcentagem, têm-se uma economia de 28,3% dos custos com energia elétrica utilizando T15/30 ao invés de T15/15. O intervalo de irrigação T15/30 foi o mais adequado por possibilitar a mesma produção de fitomassa fresca e seca (Tabela 2), com um menor consumo de eletricidade (Tabela 3).

CARRASCO et al. (1999) citam que o alto custo do sistema NFT utilizado na Europa têm induzido pesquisadores chilenos a olhar por caminhos de redução no investimento e especialmente das variáveis custos de sistema, como energia (eletricidade), que junto à solução nutritiva, alcançam um total de 42% do total de custos variáveis.

Conclusões

Em função dos resultados obtidos e para as condições em que o experimento foi realizado, conclui-se que:

- O intervalo entre irrigações de 30min ocasionou aumento dos valores de resistência estomática e diminuição da transpiração durante o período sem irrigação, mais acentuados aos verificados no intervalo de 15 min entre irrigações. Entretanto, a restrição hídrica momentânea no intervalo de 30min não prejudicou o crescimento das plantas ao final do período de cultivo.
- Os intervalos entre irrigações T15/15 e T15/30, foram eficientes para o cultivo hidropônico da alface, nas épocas de primavera e verão, pois o intervalo T15/30 produziu fitomassa fresca e seca similar a T15/15, porém apresentando uma redução de 28,3% no consumo de energia elétrica, proporcionando maiores retornos aos produtores.

Tabela 3 Consumo diário de energia elétrica (Cd), consumo anual de energia elétrica (Ca), preço do KWh (R\$/KWh), e custo diário (R\$ dia) e anual (R\$ ano) de energia elétrica consumida. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2002.

Moto-bomba	Cd (KWh)		Ca (KWh)		R\$/KWh	R\$ dia		R\$ ano	
	T15/15	T15/30	T15/15	T15/30		T15/15	T15/30	T15/15	T15/30
1	1,67	1,20	609,5	438,0	0,282359	0,47	0,33	171,55	120,45
3	5,01	3,60	1.828,6	1.314,0	0,282359	1,41	1,01	514,65	368,65

Referências bibliográficas

BLISKA Jr., A.; HONÓRIO, S.L. **Hidroponia**

Campinas: UNICAMP, 1996. 50 p (Cartilha Tecnológica).

BRUNINI, O.; CARDOSO, M. Efeito do déficit hídrico no solo sobre o comportamento estomático e potencial da água em mudas de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 7, p. 1053-1060, 1998.

CARRASCO, G. et al. Development of nutrient film technique "NFT" in Chile: The use of intermittent recirculation regimes. **Acta Horticulturae**, n.481, p. 305-309. 1999.

CASTELLANE, P.D.; ARAUJO, J.A.C. **Cultivo sem solo-hidroponia** Jaboticabal: FUNEP, 1995, 43 p.

COOPER, A. **The ABC of NFT**. Narrabeen, Australia: Casper Publications, 1996. 171 p.

DANTAS, R.T. **Parâmetros agrometeorológicos e análise de crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) em ambientes natural e protegido**. Botucatu: UNESP, 1997. 109 p. Tese (Doutorado em Agronomia).

Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual de São Paulo, 1997.

FAQUIN, V.; FURLANI, P.R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 99-104, set./dez. 1999.

MORAES, C.A.G. **Como cultivar tomates em sistema NFT (Técnica de fluxo laminar de nutrientes)**. Jundiaí: DISQ, 1997. 141 p.

ODA, M.A.; AOKI, S. Application of monitoring fresh weight to analyzing growth responses to air temperature and light intensity in leaf lettuce, **Acta Horticulturae**, n. 230, p. 451-458, 1988.

PILAU, F.G. et al. Desempenho de cultivares de alface em hidroponia, na primavera. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 284-286, 2000. (Suplemento julho).

PILAU, F.G. et al. Desempenho de cultivares de alface em substrato com fertirrigação, em ambiente protegido, no período de verão. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 2, julho, 2001.

RESH, H.M. **Cultivos hidroponicos: nuevas técnicas de producción**. 4. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1997. 509 p.

SALATIÉL, L.T. et al. Avaliação de cultivares de alface, cultivadas em casa de vegetação, em três épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 701-702, 2000. (Suplemento julho).

SANTOS, O.S. et al. **Cultivo Hidropônico da Alface. V. Recomendações de cultivares** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, 2000. 6 p. (Informe Técnico 01/2000).

SCHMIDT, D. **Soluções nutritivas, cultivares e formas de sustentação de alface cultivada em hidroponia**. Santa Maria: UFSM, 1999. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1999.

SEGINER, I. et al. Optimal temperatura setpoints for greenhouse lettuce. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 49, p. 209-226, 1991.

SILVA, E.L.; MARTINEZ, L.F.; YITAYEW, M. Relação entre coeficientes de cultura e graus-dia de desenvolvimento da alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 34-142, junho 1999.

STAFF, H. **Hidroponia** 2. ed., Cuiabá: SEBRAE/MT. 1998. 101 p. (Coleção Agroindústria, v. 11).

TEIXEIRA, N.T. **Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas**. Guaíba: Agropecuária, 1996. 86 p.

