

ACÇÃO DOS INTERVALOS ENTRE IRRIGAÇÕES NO SISTEMA

RADICULAR DA ALFACE EM HIDROPONIA

Gean Lopes da Luz, Sandro Luis Petter Medeiros, Elis Borcioni, Cristiano Reschke Lajús, Adriana Cioato Ferrazza e Regina Bellan Verona

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do intervalo entre irrigações sobre o sistema radicular e retenção de solução nutritiva em alface (*Lactuca sativa* L.) hidropônica. Adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. O tempo de irrigação foi fixado em 15min nos quatro cultivos, nas quatro estações. Os tratamentos consistiram de intervalos diferenciados entre cada irrigação durante o período diurno, os quais foram de 15, 30, 45 e 60min (T15, T30, T45 e T60, respetivamente). A ampliação

do intervalo entre irrigações determinou incremento do volume e da fitomassa seca de raízes das plantas, favorecendo a retenção da solução nutritiva. Esse incremento do sistema radicular permitiu a retenção da mesma quantidade de solução nutritiva, independente dos intervalos entre irrigações, sem prejuízo à fitomassa seca da parte aérea e área foliar da alface hidropônica. O tratamento T60 permite redução do gasto de energia elétrica de 53,57% sem prejuízos à produtividade da cultura.

Introdução

No sistema de fluxo laminar de nutrientes (NFT), os elementos minerais essenciais para o crescimento da planta são fornecidos através de solução nutritiva (água e nutrientes) que circula nos canais de cultivo, geralmente com duração de 15min, alternados com intervalos de 15min no período diurno e intervalos de duas horas no período noturno (Resh, 1997). Acrescenta-se que a hidroponia com o uso do sistema NFT é uma técnica de cultivo muito difundida no Brasil, principalmente para a produção de alface.

O alto custo do sistema hidropônico tem estimulado o surgimento de pesquisas a fim de reduzir investimentos, especialmente em custos variáveis do sistema, como ener-

gia elétrica e solução nutritiva (Carrasco *et al.*, 1999). O gasto com energia elétrica alcança ~20% do total dos custos variáveis da produção de alface em hidroponia (Aita e Londero, 2000).

Existe uma crescente preocupação com o aproveitamento adequado da energia elétrica a fim de aumentar a eficiência de uso da mesma, sendo objeto de ampla difusão por diversas campanhas nacionais. Nesse sentido foram executados trabalhos com o intuito de avaliar o aumento do intervalo entre as irrigações no sistema hidropônico de produção de alface e, desta forma, diminuir o consumo de eletricidade, possibilitando o uso mais eficiente de energia no sistema de produção.

Os trabalhos de Pilau *et al.* (2002) e Luz *et al.* (2008) de-

monstram que o aumento do intervalo entre irrigações até 4min não afetou a produção de fitomassa da parte aérea da alface, proporcionando menor consumo de energia elétrica, acarretando uma redução de 42% no gasto de energia elétrica. Apesar das informações relevantes destes trabalhos, os mesmos não evidenciaram quais os fatores que estariam atuando favoravelmente para aumentar o intervalo entre irrigações sem prejuízo à produção da cultura da alface.

Possivelmente, um estudo mais detalhado do sistema radicular e do fluxo da solução nutritiva no sistema hidropônico explicaria as respostas encontradas por Pilau *et al.* (2002) e Luz *et al.* (2008). Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi

verificar a ação de quatro intervalos entre irrigações sobre o sistema radicular da alface em hidroponia, mensurando a retenção de solução nutritiva, bem como sua interferência na parte aérea da alface hidropônica.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em estufa plástica na Universidade Federal de Santa Maria, localizada em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil (29°43'S, 53°43'O e altitude de 95m). O clima da região, segundo a classificação de W. Köppen, pertence ao tipo Cfa, clima subtropical úmido com verões quentes (Ometto, 1981).

A estufa plástica usada na condução dos experimentos foi tipo arco pampeano com

PALAVRAS CHAVE / Hidroponia / *Lactuca sativa* L. / Raízes / Riego / Solução Nutritiva /

Recebido: 17/12/2015. Modificado: 24/05/2017. Aceito: 26/05/2017.

Gean Lopes da Luz. Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil. Professor, Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ), Brasil. Endereço: Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão da Inovação. 89809-000 Chapecó - SC,

Brasil. e-mail: geanluz@unochapeco.edu.br

Sandro Luis Petter Medeiros. Engenheiro Agrônomo e Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Doutor em Agronomia, Institut National Agronomique, França. Professor, UFSM, Brasil.

Elis Borcioni. Engenheira Agrônoma e Mestre em Agronomia,

UFSM, Brasil. Doutora em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Brasil.

Cristiano Reschke Lajús. Engenheiro Agrônomo, Universidade do Oeste de Santa Catarina, Brasil. Mestre e Doutor em Agronomia, Universidade de Passo Fundo, Brasil. Professor, UNOCHAPECÓ, Brasil.

Adriana Cioato Ferrazza. Bióloga e Mestre em Tecnologia e Gestão da Inovação, UNOCHAPECÓ, Brasil. Professora, UNOCHAPECÓ, Brasil.

Regina Bellan Verona. Engenheira Agrônoma e mestrandia em Tecnologia e Gestão da Inovação, UNOCHAPECÓ, Brasil.

EFFECTS OF IRRIGATION INTERVALS ON THE ROOT SYSTEM OF HYDROPONIC LETTUCE

Gean Lopes da Luz, Sandro Luis Petter Medeiros, Elis Borcioni, Cristiano Reschke Lajús, Adriana Cioato Ferrazza and Regina Bellan Verona

SUMMARY

*The aim of this study was to evaluate the effect of the irrigation interval on the root system and nutrient solution retention in hydroponic lettuce (*Lactuca sativa* L.). An experimental design with randomized blocks and three replications was used. The irrigation time was fixed at 15min in crops cultivated in the four seasons. The treatments consisted of differentiated intervals between irrigations during daytime, which were 15, 30, 45 and 60min (T15, T30, T45 and T60, respectively). The*

increase in the interval between irrigations determined an increase in volume and dry weight of roots, favoring the retention of the nutrient solution. This increase of the root system allowed the retention of the same amount of nutrient solution, independent of irrigation intervals, without prejudice to shoot dry biomass and leaf area of the hydroponic lettuce. Treatment T60 permits a 53,57% reduction in electric energy consumption without loss of productivity.

EFEECTO DE LOS INTERVALOS DE RIEGO EN EL SISTEMA DE RAÍCES DE LECHUGA EN HIDROPONÍA

Gean Lopes da Luz, Sandro Luis Petter Medeiros, Elis Borcioni, Cristiano Reschke Lajús, Adriana Cioato Ferrazza y Regina Bellan Verona

RESUMEN

*Este estudio tuvo como objeto evaluar el efecto del intervalo entre riegos en el sistema de raíces y la retención de solución nutritiva en la lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica. Se adoptó un diseño experimental de bloques al azar, con tres repeticiones. El tiempo de riego se fijó en 15min en cuatro cultivos realizados en las cuatro estaciones. Los tratamientos consistieron en diferentes intervalos entre cada riego durante el día, que eran de 15, 30, 45 y 60min (T15, T30, T45 y T60, respectivamente). Extendiendo el intervalo*

entre riegos aumentó el volumen y la masa seca de las raíces de las plantas, lo que favoreció la retención de solución nutritiva. Este aumento del sistema radicular permite la retención de la misma cantidad de solución nutritiva, independientemente de los intervalos entre riegos, sin reducción de la masa seca de los brotes y el área de hoja de la lechuga hidropónica. El tratamiento T60 permite una reducción del gasto de energía eléctrica en 53,57% sin perjuicio de la productividad del cultivo.

piso de concreto e coberta com filme plástico de baixa densidade polietileno aditivado, tendo as dimensões de 10×25m e 3,0m pé direito. Em dias ensolarados a abertura das cortinas laterais foi realizada às 08:00. O fechamento foi realizado próximo às 16:00 no período de inverno e no verão próximo às 18:00. Nos dias chuvosos, a estufa permaneceu fechada durante todo o dia.

A cultura utilizada foi o alface (*Lactuca sativa* L.), cv. Regina, pertencente ao grupo das soltas lisas, com cultivo indicado para o ano todo. A produção das mudas foi realizada em espuma fenólica em 'berçário', perfis hidropônicos de 0,03m de profundidade espaçados de 0,07m com espaçamento de 0,10m entre plantas nos canais. Após essa etapa realizou-se o transplante para as bancadas de produção final, formadas por oito perfis hidropônicos de 6m de comprimento, 0,10m de largura, 0,05m de

profundidade e declividade de 2%. Espaçamento de 0,25m entre plantas nos canais e 0,20m entre plantas de canais distintos. Cada sistema foi constituído por duas bancadas (totalizando 16 perfis), alimentadas por uma motobomba de 0,5HP, circulando a solução nutritiva recomendada por Castellane e Araújo (1995). Os experimentos abrangeram quatro épocas de cultivo, sendo que o transplante para a bancada de produção final foi efetuado em 17 de outubro (primavera), 02 de fevereiro (verão), 23 de abril (outono) e 19 de julho (inverno), com colheita realizada em 02 de novembro, 22 de fevereiro, 17 de maio e 17 de agosto, respectivamente. A colheita foi efetuada quando da aferição de 200 g/planta de fitomassa fresca da parte aérea.

Os tratamentos consistiram de quatro intervalos implantados após 15min de irrigação e foram aplicados no período

diurno, um dia após o transplante para a bancada de produção final. Foram utilizados quatro intervalos entre irrigações; Testemunha: intervalos de 15min (T15), Tratamento 1: intervalos de 30min (T30), Tratamento 2: intervalos de 45min (T45) e Tratamento 3: intervalos de 60min (T60). Em todos os tratamentos ocorreram irrigações com duração de 15min a cada intervalo de 2h no período noturno (20:00 às 06:00). As irrigações foram controladas por temporizadores analógicos, convencionalmente utilizados em hidroponia.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso (três blocos) com quatro tratamentos quantitativos equidistantes (quatro intervalos de irrigação) com amostragem na parcela. Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância com decomposição da soma de quadrados de tratamentos em regressões (método dos polinômios ortogonais).

As medidas fenométricas (índice de área foliar, fitomassa seca de folhas e raízes) foram realizadas conforme as recomendações de Benincasa (1988), sendo coletadas três plantas por parcela, de maneira aleatória na colheita.

Para análise fenométrica, as plantas coletadas tiveram seus órgãos separados e acondicionados em sacos de papel individualizados e identificados. Posteriormente, os sacos foram levados a uma estufa de secagem de ventilação forçada de ar a ~65°C, até atingirem massa constante, a qual foi determinada com balança digital com precisão de 0,001g.

Para quantificação do volume de raízes, o sistema radicular foi destacado das plantas através de um corte realizado na base do caule. Na sequência, o sistema radicular foi depositado sobre um funil para o escoamento da solução nutritiva, por cerca de 20min. Após, o sistema radicular foi colo-

cado em proveta de vidro graduada com capacidade de 1 litro, preenchida com 0,5 litros de água. O volume do sistema radicular correspondeu ao volume de água deslocado após sua imersão dentro da proveta.

Para a determinação da retenção da solução nutritiva pelo sistema radicular foram coletadas plantas previamente marcadas em perfis, dos quais não foram retiradas amostras para as análises fenométrica. Coletou-se uma planta por bloco em cada tratamento, sempre ao final de cada intervalo entre irrigações. Assim, as amostras foram retiradas aos 15, 30, 45, e 60min depois de cessada a irrigação para os intervalos de T15, T30, T45 e T60, respectivamente. As plantas coletadas permaneceram por 20min sobre funis para que escoasse a solução nutritiva retida no sistema radicular até um recipiente de coleta. Esse volume de solução, coletado e medido em proveta graduada com capacidade para 100ml, corresponde então a retenção radicular.

O consumo de energia elétrica foi determinado através de um contador de energia instalado no conjunto motobomba do tratamento T15. Com base nesse valor e tempo de funcionamento diário da motobomba, calculou-se o gasto diário de energia elétrica dos demais tratamentos empregados.

Resultados e Discussão

Na análise dos resultados dos intervalos entre irrigações foram observadas diferenças

significativas, apresentadas na Tabela I, para fitomassa seca de raízes (FMSR) e volume de raízes (VR). Para as épocas de cultivo, foram encontrados efeitos significativos em todas as determinações realizadas, decorrentes das diferentes condições meteorológicas observadas em cada período de cultivo. Ressalta-se que não houve interação entre intervalo e época de cultivo, portanto, a resposta das plantas aos diferentes intervalos foi semelhante em todas as épocas de condução.

Não observou-se efeito significativo ($P \geq 0,05$) do fator intervalo de irrigação sobre a fitomassa seca de folhas (FMSF) em nenhuma das épocas de cultivo (Tabela 1), com valores médios de 7,78; 6,97; 7,13 e 6,90g/planta, para primavera, verão, outono e inverno, respectivamente. Também não foi verificada diferença significativa entre os intervalos de irrigação ($P \geq 0,05$) e o índice de área foliar (IAF), com valores médios de 12,68; 12,81; 12,15 e 13,92, para primavera, verão, outono e inverno, respectivamente. Tanto os valores de FMSF quanto de IAF encontrados no presente trabalho encontram-se próximos aos citados pela literatura. Radin *et al.* (2004), trabalhando com a cultivar Regina, apresentaram valor médio de FMSF de 6,08g/planta, ligeiramente inferior ao encontrado no presente trabalho, devido ao experimento citado ter sido realizado em ambiente protegido, porém no solo. Os valores de IAF, nas quatro épocas de cultivo

variaram entre 12,68 e 13,92, sendo próximos aos valores encontrados por Medeiros *et al.* (2001), em ambiente protegido, com substrato e fertirrigação, os quais foram de 11,67 no outono e 10,89 no inverno.

As folhas são os órgãos de destino da maior parte dos assimilados produzidos pela planta de alface no período vegetativo, representando, portanto, o maior dreno dentro as partes da planta. Ressaltam que a expansão foliar é a primeira variável a ser afetada em condições de deficiência hídrica, pois o processo depende diretamente da turgescência da célula, e essa, por sua vez, do estado de hidratação da planta (Taiz e Zeiger, 2013). Dessa forma, o IAF é a primeira variável a demonstrar a ocorrência de deficiência hídrica, caso os intervalos utilizados não suprissem adequadamente as demandas das plantas. Como não foram observadas diferenças significativas entre os intervalos de irrigação sobre o IAF ou FMSF (Tabela I), confirma-se que todos os tratamentos foram igualmente eficientes em suprir a demanda hídrica.

Não foi verificada interação significativa entre épocas e intervalos entre irrigações (Tabela I) para fitomassa seca de raiz (FMSR) e volume de raízes (VR). Entretanto, foi evidenciado efeito significativo dos intervalos entre irrigação e das épocas de cultivo em FMSR e VR, exceto na primavera, quando foram observadas médias de 2,16g/planta⁻¹ (Figura 1a) e 49,3cm³ (Figura 1b), respectivamente. A inexistência de efeito significativo entre os intervalos de irrigação sobre VR e FMSR na primavera, pode ser atribuída ao maior tamanho das mudas transplantadas e consequentemente, sistema radicular mais desenvolvido, fato que inibiu a ação dos tratamentos.

Para as demais épocas, foram verificados acréscimos da FMSR e do VR com o aumento do intervalo entre irrigações (Figura 1). Os valores médios de FMSR variaram desde 1,11g/planta no outono até 2,16g/planta na primavera

(Figura 1b). Esses valores de FMSR são similares ao de 1,32g/planta citado por Casaroli *et al.* (2004) para alface em sistema hidropônico no outono, e também próximo de 1,6g/planta, encontrado por Blat *et al.* (2011) para alface hidropônica conduzida em estufa convencional.

O aumento do intervalo entre irrigações estimulou o crescimento radicular, acarretando aumentos de FMSR e VR, exceto na primavera (Figura 1). Esse crescimento restringe o escoamento da solução nutritiva dentro do canal de cultivo, em decorrência da obstrução do canal pela maior massa e volume de raízes.

A obstrução do canal de cultivo proporciona retenção da solução nutritiva pelas raízes, permitindo a ampliação dos intervalos entre irrigações, sem efeitos sobre o IAF e FMSF. Fato que corrobora para esta constatação é que não houve diferença significativa entre intervalos de irrigação e retenção de solução nutritiva pelo sistema radicular (RET), bem como para FMSF e IAF (Tabela I), ocorrendo diferenças somente entre as épocas de cultivo, com valores médios de 0,0221 l/planta na primavera e de 0,0142 l/planta nas demais épocas (Tabela II). O maior valor de RET observado na primavera é decorrente da maior fitomassa e volume de raízes.

Com relação a RET, cabe ressaltar que o tratamento T15 apresentou maior fluxo de solução nutritiva no canal de cultivo, em decorrência do maior intervalo entre irrigações dos demais tratamentos. No caso do T60 ocorreu o inverso, apresentando menor fluxo de solução irrigação resultante do maior intervalo entre irrigações. Entretanto, o valor de RET não diferenciou entre os tratamentos de intervalos entre irrigações (Tabela I), apesar do menor fluxo de solução nutritiva nos maiores intervalos, visto que estes também apresentaram acréscimos de FMSR (Figura 1a) e VR (Figura 1b), permitindo a mesma retenção de solução nutritiva (Tabela I).

TABELA I
QUADRADO MÉDIO DA VARIÂNCIA DAS VARIÁVEIS DE ALFACE ANALISADAS EM SISTEMA HIDROPÔNICO E SUBMETIDA A QUATRO INTERVALOS ENTRE IRRIGAÇÕES* EM QUATRO ÉPOCAS DE CULTIVO

Fonte de variação	QM				
	FMSF	IAF	FMSR	VR	RET
Épocas de cultivo	1,95*	6,60*	2,4831*	813,44*	193,51*
Intervalos irrigações	0,35 ns	1,99 ns	0,0721*	52,64*	8,014 ns
Intervalos x Épocas	0,32 ns	5,16 ns	0,021 ns	11,42 ns	16,45 ns
CV%	7,181	11,976	8,472	8,953	33,61

FMSF: fitomassa seca de folhas, IAF: índice de área foliar, FMSR: fitomassa seca de raiz, VR: volume de raízes, RET: retenção de solução nutritiva pelo sistema radicular.

*15, 30, 45 e 60min; *significativo ($P < 0,05$); ns: não significativo.

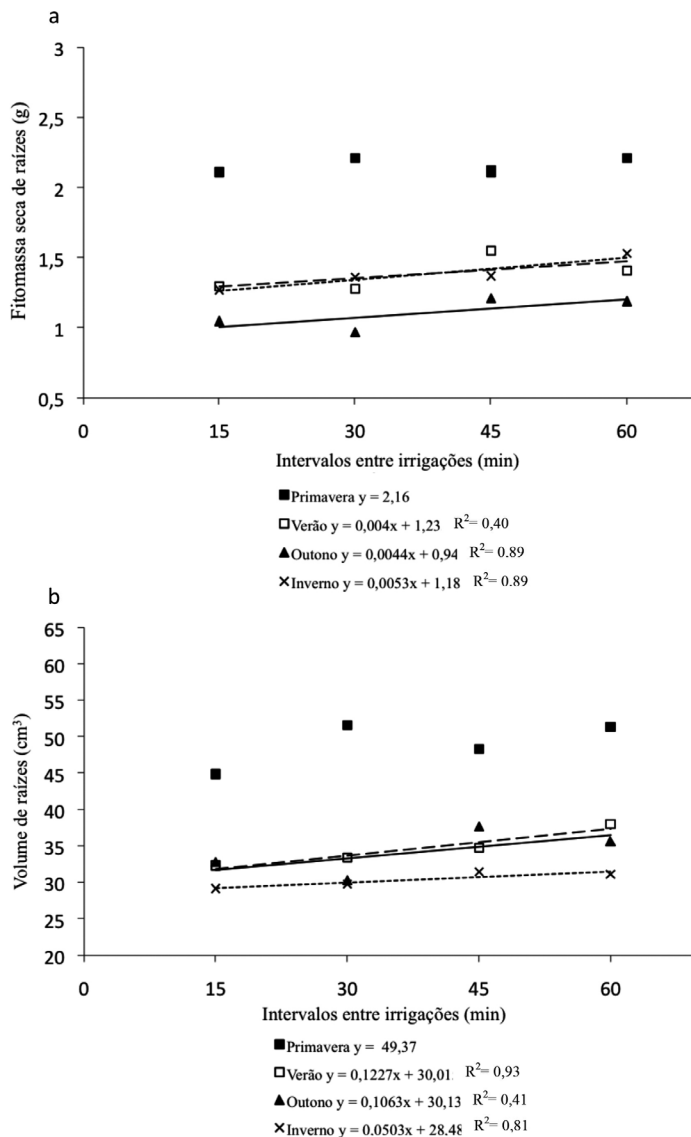


Figura 1. Volume de raízes (a) e fitomassa seca de raízes (b) da alface cultivada em hidroponia com quatro intervalos entre irrigações (15; 30; 45 e 60min) durante as épocas de primavera, verão, outono e inverno.

TABELA II
VALORES MÉDIOS DE RETENÇÃO DE SOLUÇÃO NUTRITIVA POR ALFACE SUBMETIDA A QUATRO INTERVALOS ENTRE IRRIGAÇÕES, EM QUATRO ÉPOCAS DE CULTIVO

Épocas	RET (l/planta)
Primavera	0,0221 a
Verão	0,0145 b
Outono	0,0144 b
Inverno	0,0137 b
DMS (Tukey) 5%	6,039

* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

Assim, os incrementos de FMSR e VR compensaram a menor circulação de solução nutritiva nos maiores intervalos entre irrigações, determinando valores de RET similares entre os tratamentos.

Os resultados de VR e FMSR (Figura 1) evidenciaram que incremento no sistema do radicular com o aumento do intervalo entre irrigações favoreceu a retenção da solução nutritiva, mesmo com a diminuição da circulação da solução nutritiva nos maiores intervalos. Esse 'efeito barreira' do sistema radicular sobre a circulação da solução permitiu que

houvesse a retenção da mesma quantidade de solução pelas raízes, independente do intervalo entre irrigações (Tabela I).

Cabe destacar que os aumentos dos intervalos entre irrigações adotados podem não ser eficientes em outras regiões do país, em função das condições meteorológicas diferenciadas. É o caso dos resultados encontrados por Zanella *et al.* (2008), os quais mencionaram que a ampliação dos intervalos entre irrigações na região de Jiparaná, Rondônia, reduziu a fitomassa da alface hidropônica. Porém, o presente trabalho corrobora com os resultados de Pilau (2002) e Luz *et al.* (2008), os quais destacaram a possibilidade de ampliação dos intervalos entre irrigações em Santa Maria, sem prejuízo a FMSF e IAF (Tabela I).

O número de dias e o funcionamento diário do conjunto moto-bomba determinaram a variação no consumo total de energia elétrica entre as épocas de cultivo (Tabela III). Em decorrência disso, o cultivo de primavera foi o que apresentou o menor consumo de energia elétrica e o cultivo de inverno foi o que apresentou o maior consumo.

O consumo de eletricidade aumenta com a redução do intervalo entre as irrigações (Tabela II). Assim, como não houve redução da produção de alface, o maior intervalo entre irrigações seria o mais indicado, pois reduz o consumo de energia elétrica, revelando interessante vantagem financeira em cultivos sucessivos. Deste modo, nas quatro épocas de cultivo o tratamento T60 foi o mais vantajoso por possibilitar a obtenção mesmo IAF e FMSF, com redução do gasto de energia elétrica de 53,57%.

Conclusões

A ampliação do intervalo entre irrigações determina incremento do volume e da fitomassa do sistema radicular das plantas de alface, permitindo a retenção da mesma quantidade de solução nutritiva, independente dos intervalos entre irrigações, sem a prejuízo a IAF e FMSF.

O sistema radicular determina obstrução parcial do canal de cultivo, fazendo uma barreira para o escoamento da solução, atuando como um agente armazenador temporário, favorecendo a absorção

TABELA III
VALORES DE CONSUMO DIÁRIO E TOTAL DE ENERGIA ELÉTRICA PARA PRODUÇÃO DE ALFACE EM SISTEMA HIDROPÔNICO EM QUATRO ÉPOCAS DE CULTIVO

Época	Tratamento*	Consumo diário (kWh)	Consumo total (kWh)
Primavera	T15	2,52	40,32
	T30	1,77	28,32
	T45	1,4	22,4
	T60	1,17	18,72
Verão	T15	2,52	47,88
	T30	1,77	33,63
	T45	1,4	26,6
	T60	1,17	22,23
Outono	T15	2,52	57,96
	T30	1,77	40,71
	T45	1,4	32,2
	T60	1,17	26,91
Inverno	T15	2,52	73,08
	T30	1,77	51,33
	T45	1,4	40,6
	T60	1,17	33,93

Intervalos entre irrigações, T15: 15min, T30: 30min, T45: 45min, e T60: 60min.

de água e nutrientes pelas raízes.

A produção de fitomassa seca e de área foliar da alface não é prejudicada pela ampliação do intervalo entre irrigações desde 15 até 60 min. O tratamento T60 é o mais vantajoso, independente da época de cultivo, por permitir economia de energia elétrica, sem prejuízos à produtividade da cultura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e a CAPES pela concessão das bolsas de mestrado e doutorado concedidas, à FAPERGS pela bolsa de iniciação científica, bem como ao CNPq pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Aita A, Londero FAA (2000). Custo de produção de alface hidropônica. En Santos OS (Ed.) *Hidroponia da Alface*. Imprensa Universitária. Santa Maria, Brasil. pp. 10-24.
- Benincasa MMP (1988) *Análise do Crescimento de Plantas: Noções Básicas*. FUNEP. Jaboticabal, Brasil. 44 pp.
- Blat SF, Sanchez SV, Araújo JAC, Bolonhezi D (2011) Desempenho de cultivares de alface crespa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico. *Hort. Bras.* 29: 135-138.
- Carrasco G, Rodríguez E, Escobar P, Izquierdo J (1999) Development of nutrient film technique "NFT" in Chile: The use of intermittent recirculation regimes. *Acta Hort.* 481: 305-309.
- Castellane PD, Araújo JAC (1995) *Cultivos em Solo - Hidroponia*. FUNEP. Jaboticabal, Brasil. 43 pp.
- Casaroli D, Fagan EB, Santos OS, Bonnacarrère RAG, Nogueira Filho H (2004) Desempenho de onze cultivares de alface em duas formas diferentes de canais de cultivo, no sistema hidropônico. *Rev. Fac. Zool. Vet. Agro.* 10: 114-123.
- Luz GL, Medeiros SLP, Manfron PA, Borcioni E, Müller L, Amaral AD, Morais KP, (2008). Consumo de energia elétrica e produção de alface hidropônica com três intervalos entre irrigações. *Ciência Rural* 38: 815-818.
- Medeiros LA, Manfron PA, Medeiros SLP, Bonnacarrère RAG (2001). Crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) conduzida em estufa plástica com fertirrigação em substratos. *Ciência Rural* 31: 199-204.
- Ometto JC (1981) *Bioclimatologia Vegetal*. 1ª ed. Agronômica Ceres. São Paulo, Brasil. 425 pp.
- Pilau FG, Medeiros SLP, Manfron PA, Bianchi C, Caron B, Bonnacarrère RAG (2002) Influência do intervalo entre irrigações na produção e nas variáveis fisiológicas da alface hidropônica. *Rev. Bras. Agro-meteorol.* 10: 237-244.
- Radin B, Reisser Júnior C, Matzenauer R, Bergamaschi H (2004) Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. *Hort. Bras.* 22: 178-181.
- Resh HM (1997) *Cultivos hidroponicos: Nuevas Técnicas de Producción*. 4ª ed. Mundi-Prensa. Madrid, Espanha. 509 pp.
- Taiz L, Zeiger E (2013) *Fisiologia Vegetal*. 5ª ed. Artmed. Porto Alegre, Brasil. 954 pp.
- Zanella F, Lima ALS, Silva Júnior FF, Maciel SPA (2008) Crescimento de alface hidropônica sob diferentes intervalos de irrigação. *Ciênc. Agrotecnol.* 32: 366-370.