

EFICIÊNCIA DO USO DE ÁGUA DO MELOEIRO HIDROPÔNICO

WATER USE EFFICIENCY OF HIDROPONIC MUSKMELON

Evandro Binotto FAGAN; Sandro Luis PETTER²; Jones SIMON³; Elis BORCIONI⁴;
Jean Lopes da LUZ⁴; Paulo Augusto MANFRON⁵

1. Professor, Doutor, Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas, MG, Brasil. evbinotto@yahoo.com.br; 2. Professor, Doutor, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Departamento de Fitotecnia, Santa Maria, RS, Brasil.; 3. Engenheiro Agrônomo, doutorando na área de física do ambiente agrícola, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ, bolsista CAPES; Engenheiro Agrônomo, mestrando na área de ecofisiologia, UFSM, bolsista CAPES; Professor, Doutor, Departamento de Fitotecnia – UFSM.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar a eficiência do uso de água pelo meloeiro no sistema hidropônico NFT realizaram-se dois experimentos em duas épocas distintas (setembro de 2003 a janeiro de 2004, época I e janeiro a abril de 2004, época II). Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação em área da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS. As características avaliadas foram: consumo hídrico das plantas e eficiência no uso de água da cultura. A eficiência no uso de água do meloeiro foi máxima no subperíodo de floração (4,19g de FS m⁻³) na época I e no final do estágio vegetativo (8,22g de FS m⁻³) para a época II, associados a uma elevada taxa de crescimento e baixo consumo hídrico nesses estádios.

PALAVRAS - CHAVE: Taxa de crescimento. Consumo de água. *Cucumis melo* L.

INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é considerado uma das culturas de grande expressão econômica da agricultura irrigada do Brasil. Uma das exigências básicas para seu crescimento e desenvolvimento é a disponibilidade de água em quantidades adequadas ao longo do ciclo de cultivo. Ribas et al., (2000) citam que nem todas as cultivares são resistentes à seca e reagem da mesma forma à deficiência hídrica. De acordo com Meiri et al. (1995) e Fabeiro et al. (2002), as cultivares menos sensíveis reagem mais rapidamente, aumentando a resistência estomática a fim de minimizar a perda excessiva de água, mostrando resposta positiva em termos de produtividade e qualidade de fruto.

O fechamento dos estômatos representa um mecanismo de proteção da planta em condições de deficiência. Entretanto, este fechamento impede a entrada de CO₂ para realização do processo fotossintético, e ocorrendo em períodos prolongados, ocasiona decréscimos na produção de fitomassa (BRUNINI; CARDOSO, 1998; TAIZ; ZEIGER, 1998).

A eficiência do uso de água (EUA) é uma medida importante que mostra a relação entre a unidade de fitomassa seca produzida e unidade de água utilizada (KRAMER, 1983; KRAMER; BOYER, 1995). O conhecimento da EUA ao longo do ciclo da cultura possibilita identificar qual é o estágio mais suscetível à deficiência hídrica ou em que período do ciclo ocorre o maior consumo de

água, favorecendo o manejo adequado da irrigação, trazendo assim, maior retorno econômico através da produção frutos.

A utilização de sistemas fechados, como é o caso da hidroponia - NFT (Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes), mostra-se promissor, e vem possibilitando aumento de produtividade de culturas olerícolas (SANTOS, 2000). Esse aumento na produtividade em parte se deve ao uso mais eficiente de água e nutrientes, uma vez que as perdas do sistema são mínimas (ADAMS, 1981).

Pesquisas têm sido desenvolvidas a campo com intuito de determinar um manejo de irrigação adequado à cultura do meloeiro, permitindo aumento da EUA e conseqüentemente da produtividade (PINTO et al., 1994; SOUSA et al., 2000), entretanto pouco se sabe em relação ao sistema hidropônico.

O presente trabalho teve por objetivo determinar a eficiência de uso de água em subperíodos distintos do ciclo do meloeiro conduzido no sistema hidropônico NFT, bem como as influências da área foliar, da radiação solar global incidente e da temperatura máxima do ar sobre o consumo hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos em duas épocas caracterizando dois experimentos distintos em casa de vegetação situada no Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia (NUPECH) no Departamento de Fitotecnia da

Universidade Federal de Santa Maria - RS, latitude 29°43'S, longitude 53°43'W e altitude 95 m. O primeiro experimento foi realizado no período de setembro de 2003 a janeiro de 2004 (Época I) e o segundo experimento realizado no período de janeiro a abril de 2004 (Época II). A região é caracterizada como clima do tipo "Cfa" segundo Köppen, sendo um clima subtropical úmido com verões quentes (MORENO, 1961).

Foram utilizadas sementes híbridas de meloeiro (*Cucumis melo* L.) cv. Torreon. A semeadura foi realizada em placas de espuma fenólica, nos meses de setembro de 2003 e janeiro de 2004 para a época I e II, respectivamente. Após a semeadura, as placas foram colocadas em bancadas de germinação constituídas por telha de fibra de vidro com 2-3% de declividade, onde receberam 2-3 irrigações diárias, somente com água. Quando mudas atingiram duas folhas definitivas foram transplantadas para o berçário. Este foi constituído por perfis de prolipropileno com canais de 3 cm de profundidade, espaçados de 7 cm, com distância de 10 cm entre plantas nos canais. Nesta etapa, a solução permaneceu circulando 15 min a cada intervalo de 15 min, das 6 às 19h. Durante o período noturno, realizou-se apenas uma irrigação de 15 min às 22h.

As mudas foram transplantadas para as bancadas de produção quando atingiram cinco a seis folhas definitivas. As bancadas constituíram-se de 10 tubos de policloreto de vinila (PVC) com 100 mm de diâmetro e 8 m de comprimento. Utilizou-se o espaçamento de 1,0 m entre fileiras distintas (canal) e 0,30 m entre plantas no mesmo canal, totalizando 26 plantas por canal de cultivo e 260 plantas no sistema. A distribuição da solução nutritiva nos canais foi efetuada por um conjunto moto-bomba de 0,5 HP com vazão de 3 L.min⁻¹ de solução nutritiva.

Nesta etapa, o período de irrigação foi de 15 min a cada intervalo de 15 min, das 6 às 19 h, e das 19 às 6h, foram realizadas irrigações de 15 min a cada duas horas. As irrigações foram controladas por um *time* instalado em cada sistema, acionando a moto-bomba de acordo com o tempo programado.

A solução nutritiva utilizada foi a recomendada por Castellane e Araújo (1995) diluída para 50% e 100% de sua concentração, para as etapas de berçário e produção final, respectivamente. O controle do pH foi realizado a cada dois dias, mantendo-o próximo de 6,0 (± 0,2). Na ocasião realizou-se a leitura de condutividade

elétrica da solução nutritiva, e quando atingiu 50% da concentração inicial, foi efetuada a reposição de 50% da solução.

A condução da cultura foi realizada segundo a metodologia adotada por Caron & Heldwein (2000). Os cultivos foram divididos em quatro subperíodos: I – vegetativo, II – floração (50% das plantas florescidas até a fixação do primeiro fruto em mais de 50% das plantas), III - crescimento de frutos (fixação do primeiro fruto até o início da colheita, primeiro fruto colhido) e IV – maturação.

As medidas fenométricas foram realizadas a cada sete dias, onde foram coletadas quatro plantas para determinação da fitomassa fresca. A planta foi separada em folhas, caule, raiz, frutos e resíduos e, após colocou-se cada órgão em sacos de papel individualizados e identificados, que foram levados à estufa de secagem de ventilação forçada a 65°C, até peso constante, para a determinação da fitomassa seca. As pesagens foram realizadas em balança digital com precisão de 0,001 grama. Considerou-se para a fitomassa seca total da planta a soma de fitomassa de seca de raiz, caule, folhas, frutos e resíduo, além da fitomassa seca retirada durante as podas (caule + folhas + frutos) na semana em que foi realizada a análise.

Avaliou-se área foliar (AF - m²), fitomassa fresca (FF - g.fruto⁻¹), diâmetro transversal (DT - mm), diâmetro longitudinal (DL - mm) e produtividade de frutos (kg ha⁻¹). A AF foi determinada pelo método de discos, que consistiu na retirada de 20 discos em folhas aleatórias, com auxílio de um vazador com área de 0,0002 m². Baseada em uma regra de três foi determinada a Equação 1. A AF foi determinada semanalmente a partir do transplante, para a qual foram retiradas 16 plantas. O DL e DT foram determinados no momento da colheita, juntamente com a determinação da fitomassa dos frutos.

$$AF = AD \times FSF \times ND / FSD \quad (1)$$

Em que: AD é a área do disco (m²); FSF - fitomassa seca de folhas (g); ND - número de discos; e FSD - fitomassa seca de discos (g).

As medidas fisiológicas foram realizadas através de um porômetro (Steady State Porometer), marca Li-Cor, modelo LI-1600, durante os cinco minutos finais do período em que as plantas permaneceram sem irrigação. As leituras foram realizadas às 15h, onde foram avaliadas quatro plantas por tratamento, selecionadas desde a primeira medida, utilizando três folhas situadas entre o 10° e o 15° nó caulinar de cada planta.

O consumo hídrico foi determinado diariamente através de reposições d'água até o nível de 700 litros do reservatório, nível de referência. A quantidade de água repostada para alcançar o nível de referência correspondeu ao consumo do sistema. Antes de cada reposição, o sistema foi desligado para que a solução nutritiva fosse totalmente drenada. A água repostada foi medida com baldes graduados. Também foi necessária a realização de um "experimento em branco", que consistiu no funcionamento do sistema sem a presença de plantas durante três semanas antes do início dos experimentos, com o intuito de verificar as perdas de água em cada dia. As perdas médias das três semanas (PS) foram de 3 litros. dia⁻¹ os quais foram descontados dos volumes de água repostados diariamente.

O cálculo do consumo hídrico diário foi realizado através da equação 2.

$$CONS = (VRS - PS) / N^{\circ}PL \quad (2)$$

Em que: CONS - consumo hídrico diário por planta (L dia⁻¹.planta⁻¹); VRS - volume de água repostada no sistema (L dia⁻¹); PS - perdas de água do sistema (L dia⁻¹); e N° PL - número de plantas do sistema.

Posteriormente, os valores de consumo hídrico foram multiplicados pelo número de plantas por m², sendo assim transformados em mm.dia⁻¹.

A eficiência do uso de água (EUA) foi determinada pela relação entre produção de fitomassa seca total e volume de água consumido por planta, podendo ser observada pela equação 3.

$$EUA = \Delta FS / \Delta CONS \quad (3)$$

Em que: ΔFS a variação de fitomassa seca total entre duas amostragens em gramas e $\Delta CONS$ variação de consumo hídrico entre duas amostragens de fitomassa seca em mm.

A taxa de crescimento absoluto (TCA) em grama.dia⁻¹ foi obtida através da variação de fitomassa seca por intervalo de tempo, que segue a metodologia proposta por BENICASA (1988), obtida pela equação 4.

$$TCA = \Delta FS / \Delta T \quad (4)$$

Em que: TCA é a taxa de crescimento em grama.dia⁻¹, ΔFS é a variação de fitomassa seca total entre duas amostragens em gramas e ΔT a variação de tempo entre duas amostragens em dias.

A temperatura e umidade relativa do ar foram medidas através de um termo-higrógrafo, instalado

no centro da estufa na altura de 1,5m. A radiação solar global incidente foi medida através de um piranômetro, acoplado a um sistema armazenador, que registrou valores médios a cada cinco minutos no período das 6h 45 min às 19h 15 min.

O manejo da casa de vegetação durante o período experimental foi realizado através da abertura das cortinas laterais às 8h durante os dias com temperaturas acima de 20°C e o fechamento às 18h. Nos dias chuvosos, a casa de vegetação permaneceu fechada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de EUA do meloeiro apresentaram uma variação ao longo dos estádios fenológicos nas duas estações de cultivo (Figura 1), porém a variação foi menor para a época I (setembro de 2003 a janeiro de 2004). Os maiores valores de EUA foram verificados nos subperíodos Subp I, para a época II (janeiro a abril de 2004), e Subp II, para a época I, sendo iguais a 8,22 e 4,19 kg de FS m⁻³ de água transpirada, respectivamente.

No início do desenvolvimento (Subp I e II), o meloeiro apresentou uma elevada taxa de crescimento (Figura 2). De acordo com Sánches et al. (1998) o meloeiro apresenta elevada eficiência fotossintética das folhas, mostrada pela alta taxa de assimilação líquida, quando iniciam as primeiras divisões do caule e a emissão das primeiras flores. Provavelmente, este comportamento foi favorecido pelo baixo coeficiente de extinção de radiação solar no dossel vegetativo, que possivelmente incrementou a interceptação de luz e também auxiliou na maximização da taxa fotossintética da planta (BENICASA, 1988).

Nos subperíodos I e II o aumento do consumo hídrico semanal acompanhou a variação da AF (Figuras 3a, 3b, 4a e 4b). Portanto, levando em conta que nestes subperíodos iniciais (subperíodos I e II) as plantas ainda não haviam alcançado os valores máximos de AF, o consumo hídrico manteve-se crescente, com valores médios de 1,58 e 0,8 mm dia⁻¹ na época I e 1,05 e 2,77 mm dia⁻¹ na época II, para os subperíodos vegetativo e de floração, respectivamente, sendo portanto bastante inferiores em termos absolutos ao valor máximo que atingiu em torno de 3,5 mm dia⁻¹ (Figuras 3b e 4b). Sendo assim, os baixos valores de AF e CONS, agregados com alta taxa de crescimento, fizeram com que os subperíodos de crescimento vegetativo e de floração obtivessem os maiores valores de EUA do ciclo.

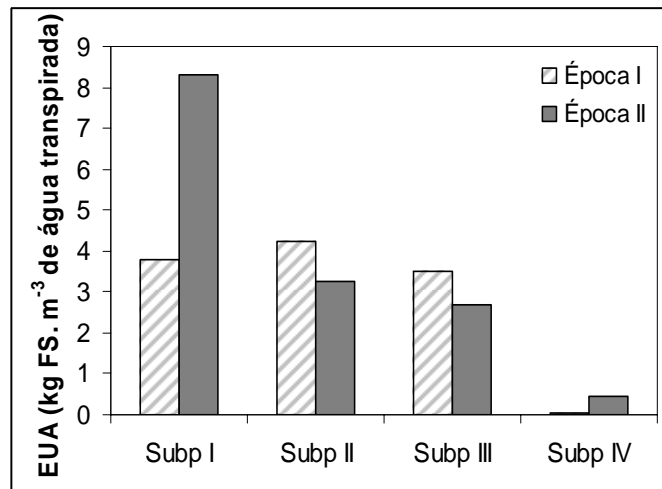


Figura 1. Eficiência de Uso de Água (EUA) do meloeiro hidropônico, nos subperíodos vegetativo (Subp I), floração (Subp II), crescimento de frutos (Subp III) e maturação (Subp IV) em kg de fitomassa seca por m⁻³ de água transpirada em duas épocas de cultivo. UFSM, Santa Maria, RS, 2005.

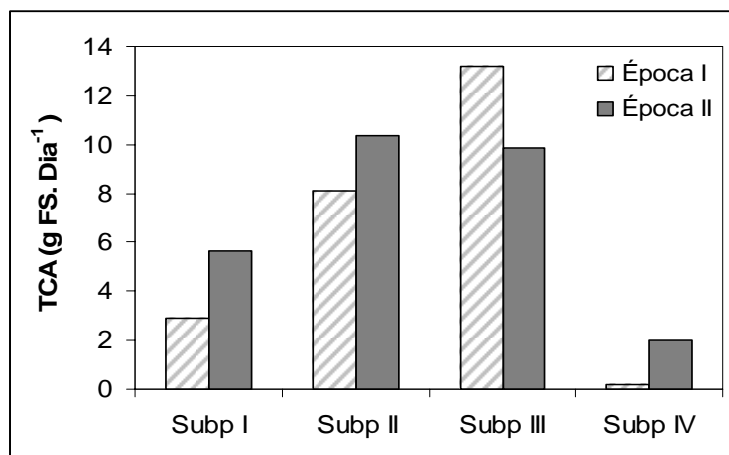


Figura 2. Taxa de crescimento absoluto (TCA) em g FS. dia⁻¹ do meloeiro hidropônico, nos subperíodos vegetativo (Subp I), floração (Subp II), crescimento de frutos (Subp III) e maturação de frutos (Subp IV) em duas épocas de cultivo. UFSM, Santa Maria, RS, 2005.

Durante o crescimento de frutos (Subp III), nas duas épocas de cultivo, a EUA apresentou um decréscimo em média de 17%, em relação ao período de florescimento. Neste período, as plantas encontram-se em intensa atividade metabólica e com máxima AF (Figuras 3a e 4a), situação que induz acréscimo no consumo de água das plantas. Observou-se que a taxa de crescimento durante esse subperíodo foi elevada (Figura 2), a qual se deve provavelmente ao intenso acúmulo de fitomassa no fruto (Azevedo et al., 1999; Rezende et al., 2003). Entretanto, o consumo excessivo de água, como se observa nas Figuras 3b e 4b, não permitiu que este subperíodo apresentasse a maior EUA do ciclo. Howell et al. (1990) citam que existe uma relação direta entre a transpiração e a produção de fitomassa seca das culturas. Sendo assim pode-se inferir que a TCA e o CONS mais elevados no subp III podem estar relacionados ao metabolismo mais intenso da cultura.

Durante a maturação de frutos (subp. IV) o meloeiro apresentou um decréscimo abrupto na sua TCA, sendo observados valores de 1,16 e 1,99 g dia⁻¹, para a época I e II, respectivamente (Figura 2). Uma das causas da baixa TCA das plantas é o autosombreamento, com aumento do coeficiente de extinção de radiação solar influenciado pela elevada AF das plantas (WONG; WILSON, 1980; PEREIRA, 2002). Isso provavelmente proporcionou diminuição da taxa fotossintética da cultura e conseqüentemente do acúmulo de fitomassa. Além disso, a colheita de frutos foi um fator determinante da perda de fitomassa da planta.

No período de colheita de frutos as plantas não iniciaram o processo de senescência, com isso a AF manteve-se elevada (Figura 3a e 4a), assim como o CONS (Figura 3b e 4b). Estes fatores associados, provavelmente foram os responsáveis pelos menores valores de EUA de todo o ciclo, e mostram que neste subperíodo, mesmo as plantas apresentando um CONS elevado, em condições de alta demanda atmosférica, não resultam num crescimento em mesmas proporções que nos

subperíodos anteriores (Figura 2). Esses resultados confirmam a constatação de Filgueira (1982) e Pinto et al. (1994) que afirmam que durante a maturação de frutos decresce a necessidade da cultura em água e nutrientes, podendo-se restringir a aplicação de água, benéfico, por aumentar a concentração de açúcares no fruto.

Em relação às épocas de cultivo, verificou-se a influência das condições meteorológicas na EUA (Figuras 5 e 6).

Na época I, a partir dos 55 DAT (Subp. III e IV) verificou-se ação do ambiente sobre a AF (Figura 3a) e a Rs (Figura 7). A Rs foi maior e com maior oscilação diária, alcançando valores de 6,5 s cm⁻¹ aos 69 DAT (Figura 7). Esta situação é muito comum nas épocas mais quentes do ano, em que o excesso de radiação absorvida pelas culturas promove um incremento na temperatura da folha e no fluxo transpiratório, quando esse incremento for maior que o fluxo hídrico da folha, os estômatos se fecham evitando uma desidratação excessiva do vegetal (TAIZ; ZEIGER, 1998; ANDRIOLO, 1999). Examinando os dados de EUA (Figura 1), constata-se que exatamente nestes períodos, onde houve um decréscimo na evolução destas variáveis meteorológicas (Figura 6a e 6b).

Salienta-se, que o incremento na EUA nos períodos onde a radiação solar e temperatura do ar foram mais elevados se deve ao incremento na taxa de crescimento (Figura 2) e da resistência estomática da cultura, como se observou na Figura 7.

Os menores valores de radiação solar observados na época II, resultaram em menor AF e menor produtividade em relação à época I (Figuras 3;4;5;6 e Tabela 1). Segundo Pardossi et al., (2000), as plantas de meloeiro em períodos com baixa disponibilidade de radiação solar apresentam uma redução na taxa fotossintética em relação às épocas com maior fluxo de radiação solar incidente, o que compromete o acúmulo de fitomassa e a produtividade de frutos.

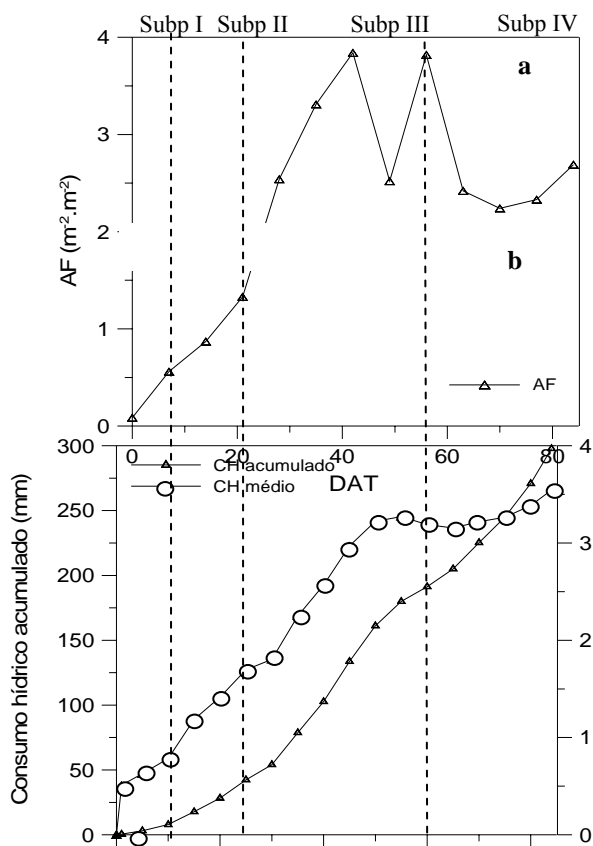


Figura 3. Valores de área foliar (a) consumo hídrico acumulado (CH acumulado) e médio (CH médio) (b) de meloeiro hidropônico durante a época 1. UFSM, Santa Maria, RS, 2005. **a**

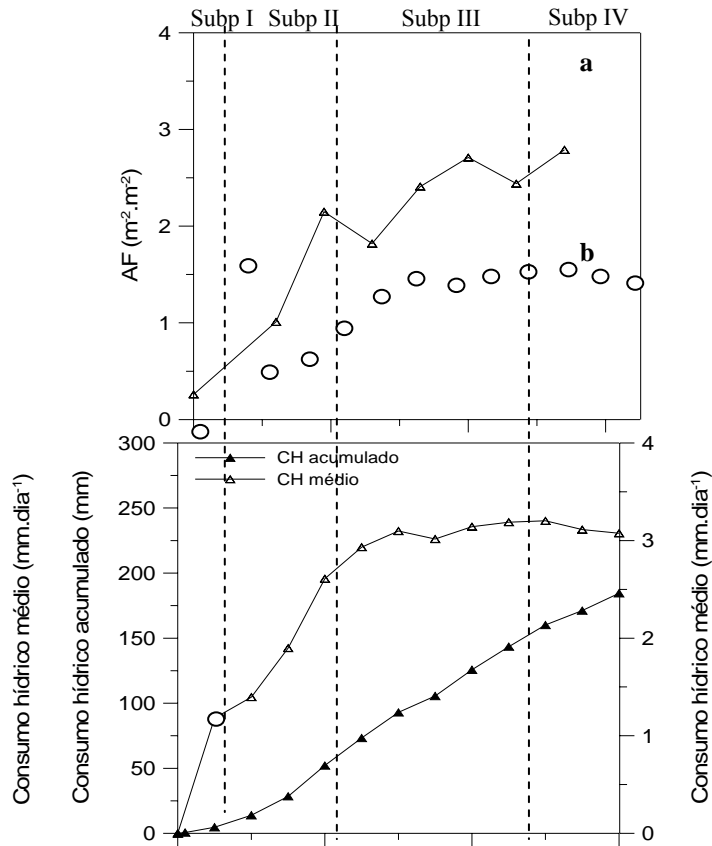


Figura 4. Valores de área foliar (a) consumo hídrico acumulado (CH acumulado) e médio (CH médio) (b) de meloeiro hidropônico durante época 2. UFSM, Santa Maria, RS, 2005. **a**

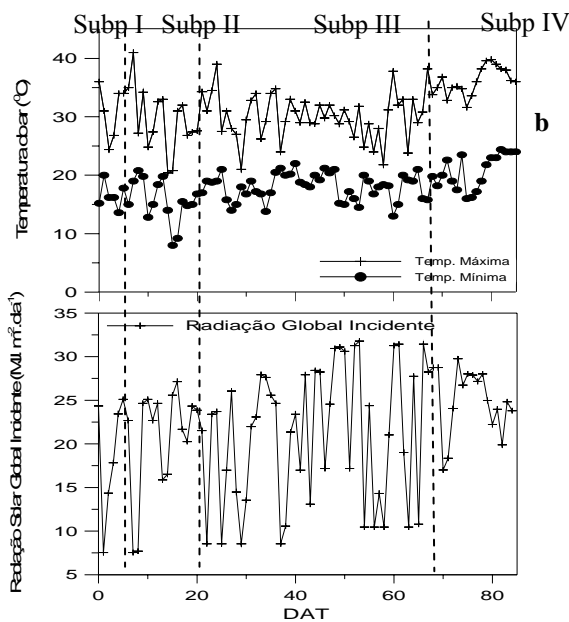


Figura 5. Variações de temperatura máxima (T máxima) e mínima (T mínima) do ar (a) e radiação solar global incidente (b) em condições de primavera-verão em um cultivo de meloeiro hidropônico. UFSM, Santa Maria, RS, 2005.

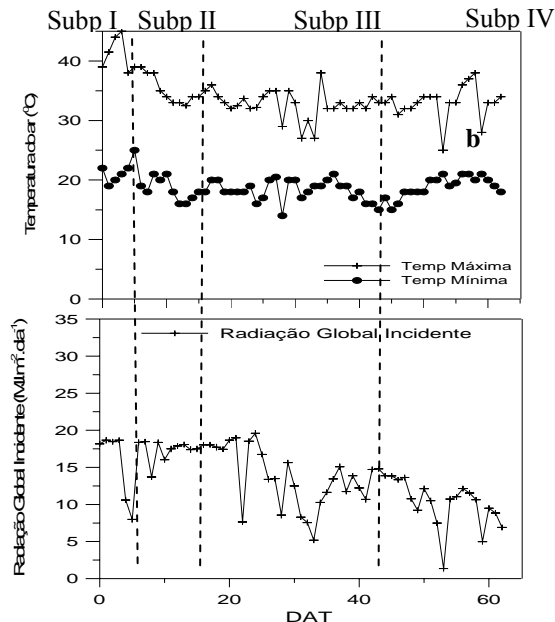


Figura 6. Variações de temperatura máxima (T máxima) e mínima (T mínima) do ar (a) e radiação solar global incidente (b) em condições de verão-outono em um cultivo de meloeiro hidropônico. UFSM, Santa Maria, RS, 2005.

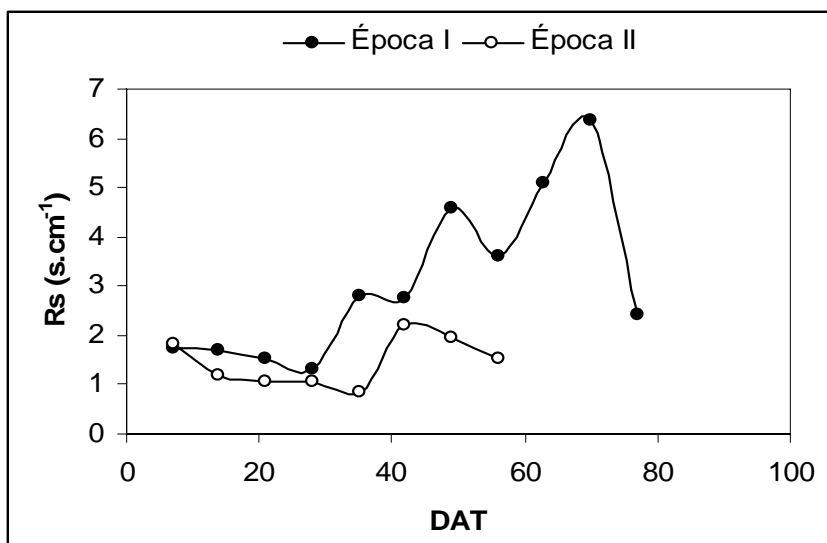


Figura 7. Valores de resistência estomática (Rs) ao longo do ciclo do meloeiro cultivado em sistema hidropônico em duas épocas de cultivo. UFSM, Santa Maria, RS, 2005.

Observou-se ainda, que a época I apresentou uma maior EUA nos períodos onde a cultura mais necessita de água e nutrientes, que de acordo com Tyler e Lorentz (1964), é compreendida pelos subperíodos III e IV. Condição que pode ter determinado um aumento dos valores médios de produtividade de 30,6% em relação à época II

(Tabela 1). Isso explica porque o meloeiro é uma das culturas mais exigentes em temperaturas elevadas do ar (25-32°C) e radiação solar (limite trófico acima de 8,4 MJ m⁻² dia⁻¹), sendo um dos motivos pelo qual o seu cultivo é limitado a algumas regiões do País, nas épocas mais quentes do ano (Filgueira, 1982; FAO, 1990).

Tabela 1. Valores de fitomassa fresca (FF), diâmetro transversal (DT) e longitudinal (DL) e produtividade de frutos de meloeiro em sistema hidropônico em duas épocas de cultivo. UFSM, Santa Maria - RS, 2005.

ÉPOCA DE CULTIVO	FF	DT	DL	Produtividade
	g fruto ⁻¹	-----mm-----		
ÉPOCA I	1198,1	128	136	60.400
ÉPOCA II	967,05	108	119	32.300

CONCLUSÕES

Para a cultivar Torreon de meloeiro a eficiência do uso de água é maior no período de florescimento e crescimento de frutos quando cultivado na primavera-verão (setembro de 2003 a janeiro 2004). Quando cultivado no outono –

inverno (janeiro a abril de 2004) a eficiência do uso da água se verifica no período vegetativo e de florescimento.

Os subperíodos vegetativo e de florescimento são os mais eficazes no uso de água, devido a elevada taxa de crescimento e baixo consumo hídrico.

ABSTRACT: With the aim to study the water efficiency on the muskmelon hydroponics during a long cycle of crop and with different intervals between irrigation was carried out an experiment in two seasons from October 2003 to January 2004 (season I) and from January to April (season II). The experiment was carried out on the *Fitotecnia* Department on the *Universidade Federal of Santa Maria*, Santa Maria, RS. Were determined the water consumptions on the growth of the plants to observe the water efficiency. The water efficiency was a maximum on the blossom phase (4.19g de FS m⁻³) on the season I and on the vegetative phase (8.22g de FS m⁻³) for season II, associated with an elevated growth rate and small water consumptions on these seasons.

KEYWORDS: Rate growth. Water consumption. *Cucumis melo* L.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, P. Nutrient- Film Culture. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, Netherlands, n. 4, p. 471 – 478, 1981.
- ANDRIOLO, J. L.. **Fisiologia das culturas protegidas**. 1ª ed. Santa Maria: Editora UFSM, 1999. 142 p.
- AZEVEDO, P. V. de; ALVES, A. V. Efeito do conteúdo de água no solo sobre o desenvolvimento e produtividade da cultura do meloeiro. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 25 – 29, 1999.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- BRUNINI, O.; CARDOSO, M. Efeito do déficit hídrico no solo sobre o comportamento estomático e o potencial da água em mudas de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 7, p. 1053 – 1060, 1998.
- CARON, B. O.; HELDWEIN, A. B. Consumo d'água e coeficiente de cultura para o meloeiro cultivado em estufa plástica na primavera. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 19 – 25, 2000.
- CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. de. **Cultivo sem solo: Hidroponia**. 2ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43 p.
- DE PASCALE, S.; BARBIERI, G.; RUGGIERO, C. Consumptive water use and plant growth of watermelon as affected by irrigation and n fertilization. **Acta Horticulturae**, Wageningen, Netherlands, v. 458, p. 49 – 56, 1998.
- FABEIRO, C., DE SANTA OLALLA, F. M., DE JUAN, J. A. Production of muskmelon (*Cucumis melo* L.) under controlled deficit irrigation in a semi-arid climate. **Agricultural Water Management**, Elsevier, Amsterdam, v. 54, p. 93 –105, 2002.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Soiless culture for horticultural crop production**. FAO Plant Production and Protection Paper 101, Rome, 1990. 202 p.
- FILGUEIRA, F. A. R.. **Novo manual de Olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. 2ª ed, v. 1, São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1982, p. 223 – 233.
- HOWELL, T. A.; CUENCA, R. H.; SOLOMON, K. H. Crop yield response. In: HOFFMAN, G.J.; HOWELL, T. A.; SOLOMON, K.H. (Ed.) *Management of Farm Irrigation Systems*. St. Joseph: **ASAE**, 1990, p. 93 – 122.
- KRAMER, Paul J. **Water relations of plants**. New York: Academic Press, 1983. 489 p.

- KRAMER, Paul J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. London: Academic Press, 1995. 495 p.
- MEIRI, A.; LAUTER, D. J.; SHARABANI, N. Shoot growth and fruit development of muskmelon under saline and no-saline soil water deficit. **Irrigation Science**, Heidelberg, Germany, v. 16, n. 1, p. 15 – 21, 1995.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. 1ª ed. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia, 1961. 44 p.
- PARDOSSI, A. GIACOMET, P.; MALORGIO, F.; MARINONE ALBINI, F.; MURELLI, C.; SERRA, G.; VERNIERI, P. and TOGNONI, F. The Influence of growing season on fruit yield and quality of greenhouse melon (*Cucumis melo* L.) grown in nutrient film technique in a Mediterranean climate. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Oxford, v. 75, n. 4, p. 488 – 493, 2000.
- PEREIRA, C. R.. Análise de crescimento e desenvolvimento da cultura de soja sob diferentes condições ambientais. 2003. 282 p. **Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; PEREIRA, J. R.; CHOUDHURY, E. N.; CHOUDHURY, M. M. Efeitos de períodos e frequências da fertirrigação nitrogenada na produção do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1345 – 1350, 1994.
- REZENDE, B. L. A.; CANATO, G. H. D.; CECÍLIO FILHO, A. B. **Análise de crescimento de dois híbridos de melão rendilhado em cultivo protegido, em duas épocas de cultivo**. In: 43º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003, Recife. Horticultura Brasileira, Suplemento 2 (CD-ROM). 2003. v. 22.
- SÁNCHEZ, R. L.; SÁEZ SIRONI, J.; CRESPO, P. J.A.; MADRID, R. Growth and nutrient absorption by muskmelon crop under greenhouse conditions. **Acta Horticulturae**, Wageningen, Netherlands, v. 458, p. 153 – 160, 1998.
- SANTOS, O. S. dos. **Cultivos sem solo: Hidroponia**. (Caderno Didático 01), Santa Maria – RS: UFSM/CCR, 2000. 107 p.
- SOUSA, V. F. de; COÊLHO, E. F.; FRIZZONE, J. A.; FOLEGATTI, M. V.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; OLIVEIRA, F. das C. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 183-188, 2000.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 2ª ed. Sunderland: Sinauer Associates, Massachusetts (US), 1998. 792 p.
- TYLER, K. B.; LORENZ, O. A. Nutrient absorption and growth of four muskmelon varieties. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 84, n. 1, p. 364-371, 1964.
- WONG, C. C.; WILSON, J. R. The effect of shade on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 31, p. 269-285, 1980.