

APLICAÇÃO DE CO₂ VIA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO EM RELAÇÃO À PRODUTIVIDADE DO MELOEIRO¹

José Maria Pinto^{2*}; Tarlei Arriel Botrel³; Eduardo C. Machado^{4, 6}; José C. Feitosa Filho⁵

²Embrapa Semi-Árido, C.P. 23 - CEP: 56300-970 - Petrolina, PE.

³Depto. Engenharia Rural - USP/ESALQ, C.P. 9 - CEP: 13418-900 - Piracicaba, SP.

⁴Instituto Agronômico de Campinas/IAC, C.P. 28 - CEP: 13101-970 - Campinas, SP.

⁵Depto. de Solos UFPB/CCA - CEP: 58397-000 - Areia, PB.

⁶Bolsista CNPq.

*Autor correspondente <jmpinto@cpatsa.embrapa.br>

RESUMO: A cultura do melão tem se firmado no Brasil como importante fonte de divisas para o agricultor, ocupando expressiva parcela na nossa pauta de exportações. A concentração do dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera era de 250 μmolCO₂ mol⁻¹ antes da revolução industrial, atingiu a 315 μmolCO₂ mol⁻¹ em 1958, estando, hoje, próximo de 365 μmolCO₂ mol⁻¹, com tendência de aumentar ainda mais. O aumento da concentração de CO₂ aumenta a fotossíntese e a absorção de nutrientes pelas plantas. Nesse trabalho avaliaram-se a produtividade e as características dos frutos de melão em função da aplicação de CO₂ via água de irrigação por gotejamento. A aplicação de CO₂ foi realizada diariamente, três vezes por semana e sem aplicação de CO₂ (testemunha) em três maneiras de condução da cultura: com proteção lateral; solo coberto com plástico e solo sem proteção. A aplicação de CO₂ via água de irrigação não modificou o ciclo da cultura. As maiores produtividades de melão foram obtidas nos tratamentos com aplicação de dióxido de carbono via água de irrigação. Aplicação de CO₂ através da irrigação não alterou a qualidade do fruto de melão e nem os teores de macro e micronutrientes na folha do melão.

Palavras-chave: *Cucumis melo*, fotossíntese, qualidade de fruto

CO₂ APPLICATION THROUGH IRRIGATION WATER IN RELATION TO MELON YIELD

ABSTRACT: The melon crop represents an important contribution to the total Brazilian agricultural export. Carbon dioxide concentration was assumed to be 250 μmolCO₂ mol⁻¹ before industrial revolution, achieving 315 μmolCO₂ mol⁻¹ in 1958. Nowadays it is approximately 365 μmolCO₂ mol⁻¹, with a tendency of increasing. In this research the effect of carbon dioxide application through irrigation water on melon fruit productivity and chemical characteristics was evaluated. A trickle irrigation system was used. The carbon dioxide applications were daily and three times a week, in three different types of crop management: lateral protection, mulching and soil without protection. The carbon dioxide application through irrigation water did not alter the melon crop season, and it did not affect the fruit chemical characteristics, such as soluble solids content, total acidity and pH. The highest yield was obtained with carbon dioxide application through irrigation water.

Keywords: *Cucumis melo*, photosynthesis, fruit quality

INTRODUÇÃO

O ciclo de carbono na biosfera tem sido alterado pela atividade do homem nos últimos 150 anos. A queima de combustíveis fósseis fez com que a concentração do CO₂ na atmosfera, que era da ordem 315 μmolCO₂ mol⁻¹ em 1958, elevou-se para 350 μmolCO₂ mol⁻¹ em 1989 (Long, 1991), estando hoje, próximo de 365 μmolCO₂ mol⁻¹, com tendência de aumento para os próximos anos (Keeling et al., 1995).

Atualmente, a quantidade de CO₂ emitido através da atividade humana para a atmosfera é da ordem de 8,5 x10⁹ t ano⁻¹, sendo que apenas metade deste total permanece na atmosfera. Acredita-se que a outra metade seja incorporada pelo solo, florestas e oceanos, cujos

mecanismos não são completamente esclarecidos (Aiken et al., 1991).

Para compensar a redução da concentração de CO₂ na atmosfera em estufas, os agricultores europeus, há mais de cem anos costumavam queimar querosene e propano, mas as impurezas produzidas no processo contaminavam as plantas. Atualmente, a produção industrial de CO₂ é ainda obtido pelo processo de combustão, mas o desenvolvimento de equipamentos e de técnicas adequadas, tem proporcionado a sua aplicação sob uma diversidade de condições climáticas e de plantio. Nos países tropicais, onde o cultivo em estufa é pouco utilizado, o gás carbônico é dissolvido na água e levado às plantas por irrigação (Kimball, 1983).

¹Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada à USP/ESALQ, Piracicaba, SP.

Todavia, no Brasil, a aplicação de CO₂ via água de irrigação ainda é incipiente. Existem, ainda, muitos aspectos a esclarecer em termos de efeitos sobre as plantas, influência na produtividade e na melhoria da qualidade de frutos, doses a serem usadas e períodos de aplicação mais adequados para os diferentes tipos de cultivos, para alcançar uma relação benefício custo viável.

A aplicação de CO₂ na agricultura melhora o metabolismo e o equilíbrio hormonal nas plantas, aumenta a fotossíntese e a absorção de nutrientes resultando em plantas mais produtivas, mais resistentes à doenças e ao ataque de pragas e em produtos de melhor qualidade (Kimball et al., 1994).

Este trabalho visa avaliar a aplicação de CO₂ via água de irrigação, ao logo do ciclo de cultivo do melão e, assim sua influência nos componentes de produtividade e de qualidade dos frutos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, com a cultura do melão cultivar Valenciano Amarelo, foi instalado na área experimental da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", unidade da USP, Piracicaba, SP, cujas coordenadas geográficas são: latitude 22°42'30" S, longitude 47°38' W e altitude 560 m.

A aplicação de CO₂ foi realizada diariamente, três vezes por semana e sem aplicação de CO₂ (testemunha) em três maneiras de condução da cultura (com proteção lateral - quebra vento, solo coberto com plástico - mulch e solo descoberto - solo sem nenhuma proteção), em um delineamento estatístico em blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por uma linha de plantas com 6,0 m de comprimento, espaçadas de 2 m, como segue: T₁ - proteção lateral com aplicação diária de CO₂; T₂ - proteção lateral com aplicação de CO₂ três vezes por semana; T₃ - proteção lateral sem aplicação de CO₂; T₄ - solo coberto com plástico com aplicação diária de CO₂; T₅ - solo coberto com plástico com aplicação de CO₂ três vezes por semana; T₆ - solo coberto com plástico sem aplicação de CO₂; T₇ - solo descoberto com aplicação diária de CO₂; T₈ - solo descoberto com aplicação de CO₂ três vezes por semana; T₉ - solo descoberto sem aplicação de CO₂.

A proteção lateral consistiu-se de plástico transparente colocado perpendicular à superfície do solo, cercando cada parcela em toda sua volta, com 6,0 m de comprimento, 2,0 m de largura e 1,30 m de altura, sem cobertura. Nos tratamentos com solo coberto utilizou-se

plástico preto, cobrindo uma faixa de solo de aproximadamente 1,2 m de largura.

O solo onde foi instalado o experimento é classificado como sendo Terra Roxa Estruturada eutrófica, (Kandiudalfic Eutradox), cujo material de origem é constituído por rochas básicas (Sparovek et al., 1993). Realizou-se análise química do solo da camada de 0 - 0,20 m para quantificação da adubação, cujo resultado é mostrado na TABELA 1.

As mudas de melão foram preparadas em bandejas de isopor preenchidas com substrato comercial, deixando-se uma planta por célula. Durante a formação das mudas, as irrigações foram realizadas quatro vezes ao dia através de nebulizadores, visando o satisfazer as necessidades hídricas da cultura e a refrigeração do viveiro.

O solo do local definitivo foi arado e gradeado tendo-se incorporado 2,4 t ha⁻¹ de calcário 45 dias antes do transplantio, através de gradagem. As adubações com fósforo e esterco de curral curtido nas doses de 150 kg⁻¹ e 5 t ha⁻¹ respectivamente foram realizadas em sulcos, uma semana antes do transplantio.

O transplantio foi feito quando as plantas emitiram a terceira folha, aos 20 dias após a semeadura. O espaçamento utilizado foi 2,00 m entre linhas e 0,60 m entre plantas, com uma planta por cova. A cultura foi conduzida de forma natural, sem capação e sem desbrotas.

As adubações de nitrogênio e potássio foram feitas via água de irrigação três vezes por semana, utilizando um tanque de fertilizantes. O nitrogênio e o potássio na forma de nitrato de potássio, foram aplicadas nas doses de 130 e 180 kg ha⁻¹, respectivamente. A fertirrigação foi iniciada três dias após o transplantio e estendeu-se por 60 dias.

As irrigações foram realizadas diariamente, sempre iniciada às 11:00h, devido a ocorrência de menor concentração de CO₂ na atmosfera, neste horário. A evapotranspiração da cultura foi calculada com base na fórmula a seguir:

$$ETc = Ev.Kc.Kp.Kr \quad (1)$$

em que: ETc = evapotranspiração cultural, mm d⁻¹; Ev = evaporação do tanque classe A, mm d⁻¹; Kc = coeficiente de cultura (adimensional), obtido de Doorembos & Pruti (1970); Kp = coeficiente de instalação do tanque classe A, valor de 0,75 (adimensional); Kr = fator de correção devido a cobertura do solo (adimensional), recomendado por Hernandez (1995).

TABELA 1 - Análises químicas do solo utilizado no experimento.

| Profundidade | pH CaCl | M.O. | P | K | Ca | Mg | H+Al | S | T | V |
|--------------|------------|--------------------|---------------------|--|------|------|------|----|----|------|
| m | | g kg ⁻¹ | mg kg ⁻¹ | ----- mmol _c kg ⁻¹ ----- | | | | | | % |
| 0 - 0,20 | 5,15 | 21,5 | 5,4 | 3,0 | 27,1 | 10,9 | 40,1 | 41 | 81 | 50,6 |

Enquanto o tempo de irrigação foi calculado pela expressão:

$$TI = E \cdot e \cdot ETc \cdot q^{-1} \cdot \varepsilon^{-1} \quad (2)$$

em que: TI = tempo de irrigação, h; E = espaçamento entre linhas, m; e = espaçamento entre plantas, m; q = vazão do emissor, L h⁻¹; ε = eficiência de irrigação, adotou-se o valor de 0,9.

Os coeficientes de cultura (kc) foram: fase inicial - até 10 dias após o transplântio, 0,5; desenvolvimento vegetativo - 11º dia ao início do florescimento, 1,1; florescimento e frutificação - início do florescimento à primeira colheita, 1,2; colheita - após a primeira colheita, 0,7.

E os fatores de correção devido a cobertura do solo foram: fase inicial - 0,30; desenvolvimento vegetativo - 0,60; florescimento, frutificação e colheita - 1.

O sistema de aplicação de CO₂ era composto de container (cilindro para armazenar dióxido de carbono em alta pressão) equipado com uma válvula de solda para especificar a dose de CO₂ a ser liberada, um manômetro e um injetor para introduzir o CO₂ na água de irrigação.

A aplicação de CO₂ foi iniciada no dia seguinte ao transplântio, tendo se estendido até a primeira colheita. O tempo de cada aplicação era de 30 min, com início às 11:00 h a dose aplicada foi de 50 kg ha⁻¹.

Foram realizadas duas colheitas, aos 85 e 105 dias após o plantio, tendo os frutos sido classificados em comerciais e não comerciais. Também foram amostrados quatro frutos por parcela para avaliação do teor de sólidos solúveis totais - SST, pH e acidez total titulável - ATT. O SST foi obtido pelo método refratométrico, utilizando-se refratômetro de mesa. O pH foi determinado

através peagâmetro, enquanto a ATT foi feita pela titulação de NaOH 0,01N, conforme técnica descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo fenológico da cultura do melão foi de 105 dias. Souza (1993) e Hernandez (1995) obtiveram ciclos de cultivo de 109 e 108 dias, respectivamente, em regiões edafo-climáticas distintas. Entretanto, Belfort et al. (1986) e Buzetti et al. (1993) obtiveram ciclos de 75 e 85 dias com cultivos no primeiro e segundo semestre, respectivamente. Na região Nordeste do Brasil a primeira colheita pode ser realizada aos 60 dias e o ciclo da cultura pode estender por 80 dias (Dusi, 1992).

Verificou-se, pela análise de variância, que as produtividades total e comercial, o número total de frutos e o peso médio de frutos comerciais foram significativos a 1% de probabilidade. A produtividade de frutos não comerciais e número de frutos comerciais foram significativas à 5% de probabilidade, enquanto que o número de frutos não comerciais não foi significativo.

A aplicação de CO₂ via água de irrigação influenciou positivamente, na produtividade do meloeiro. Nos tratamentos com aplicação de CO₂ houve maior produtividade em comparação com os sem aplicação de CO₂, para os tratamentos com proteção lateral e solo coberto com plástico (TABELA 2).

As maiores produtividades foram obtidas nos tratamentos T₁ e T₂ (TABELA 2), com aplicação de CO₂ diariamente e três vezes por semana, respectivamente, em parcelas com proteção lateral, devido ao maior número de frutos comerciais e maior peso médio. Comparando-se os tratamentos T₁ (com aplicação de CO₂ diariamente) e T₃ (sem aplicação de CO₂), verificou-se que a aplicação

TABELA 2 - Produtividade total (Pt), produtividade comercial (Pc), produtividade não comercial (Pnc), peso médio de frutos comerciais (Pmf), número total de frutos (Ntf) e número de frutos comerciais (Nfc) em meloeiro cultivado em condições de campo.

| Trat. | Pt* | Pc* | Pnc* | Pmf* | Ntf ha ^{-1*} | Nfc ha ^{-1*} |
|----------------|--------------------------------|-----------|---------|----------|-----------------------|-----------------------|
| | ----- t ha ⁻¹ ----- | | | kg | | |
| T ₁ | 38,59 A | 34,77 A | 3,82 AB | 1,11 A | 37000 A | 34765 A |
| T ₂ | 37,08 AB | 32,69 AB | 4,39 AB | 1,04 AB | 33500 ABC | 32685 AB |
| T ₃ | 31,39 CD | 28,42 BCD | 2,97 AB | 0,89 C | 35500 AB | 28417 ABC |
| T ₄ | 34,03 BC | 31,78 AB | 2,24 B | 1,00 ABC | 32500 ABC | 31777 AB |
| T ₅ | 32,67 CD | 29,56 ABC | 3,11 AB | 1,02 AB | 33250 ABC | 29560 ABC |
| T ₆ | 29,67 DE | 23,36 DE | 6,31 A | 0,97 B | 30500 BC | 23558 DC |
| T ₇ | 32,17 CD | 28,35 BCD | 3,82 AB | 1,01 ABC | 31750 BC | 28352 ABC |
| T ₈ | 29,69 DE | 25,92 CDE | 3,77 AB | 0,93 BC | 32250 ABC | 25917 BCD |
| T ₉ | 25,64 E | 20,40 E | 5,24 AB | 0,88 C | 29000 C | 20400 D |
| CV(%) | 5,52 | 8,53 | 39,72 | 5,35 | 6,93 | 7,09 |

* Para cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra não diferiram a 5% pelo teste de Tukey.

CO₂, em parcelas com proteção lateral, proporcionou aumento de 18,66% na produtividade. Fazendo a mesma comparação para os tratamentos T₄ e T₆ (solo coberto com plástico preto) e, para T₇ e T₉, (solo sem nenhuma proteção), verificaram-se aumentos de 14,70 e 25,47%, respectivamente. Ou seja, para as mesmas condições de manejo, a aplicação de CO₂ proporcionou aumentos significativo da produtividade.

A produtividade foi maior em ambiente com proteção lateral (T₁) em relação ao ambiente sem nenhuma proteção (T₉), com incremento da ordem de 33,56%. Em ambiente protegido as plantas sofreram menor influência do vento, e, possivelmente, menor variação da temperatura no dossel vegetativo. Também, quando da ocorrência de precipitações pluviais intensas, a cultura ficou protegida de águas de escoamento superficial, que além de danificar as folhas e frutos em fase inicial de desenvolvimento, impregnavam as folhas com terra, contribuindo para prejudicar o desenvolvimento normal das plantas.

A cobertura do solo com plástico contribuiu para diminuir a difusão do CO₂, porém não protegeu a cultura dos efeitos de fortes chuvas, pois o solo arrastado pelas águas de chuva afetavam as plantas. Contudo, houve maior produtividade nos tratamentos com cobertura do solo que a céu aberto.

A aplicação do CO₂, mesmo a céu aberto, foi benéfica para a produção da cultura, o que pode ser comprovado comparando as produtividade dos tratamentos T₇, T₈ e T₉. Em ambiente sem nenhuma proteção e sem aplicação de CO₂ verificou-se menor produtividade, 25,64 t ha⁻¹, sendo o CO₂ mais denso que o ar e a plantas de melão de porte baixo, com folhas que cobrem a superfície do solo evitou o arraste do CO₂ pelo vento, permitindo assim, uma maior interação entre o ambiente e a cultura condicionando maior índice de absorção pelas folhas do meloeiro.

As plantas respondem à atmosfera enriquecida com CO₂, o que incrementa a sua taxa de assimilação, reduz a fotorrespiração, melhora o metabolismo, o crescimento e a produtividade. O incremento do CO₂ na atmosfera do solo induz redução do pH do solo permitindo maior mobilidade de elementos nutritivos (Basile et al., 1993).

Com relação às características químicas dos frutos, por ocasião da colheita e durante o armazenamento, não houve efeitos significativos para pH, acidez total titulável e teor de sólidos solúveis totais.

Para Yamaguchi et al. (1977), o teor de sólidos solúveis totais é o principal fator que determina a qualidade dos frutos. O SST mínimo para exportação é de 9°Brix, com valor ideal de 13°Brix (Bleinroth, 1994). Aulenbauch & Worthington (1974) questionaram o teor de sólidos solúveis totais como único critério para definir a qualidade do frutos, contudo sugeriram a faixa considerada ideal entre 8 e 13°Brix. O valor médio do SST na colheita foi de 11,87°Brix e, 11,84, 11,92 e 12,14°Brix, aos 10, 20 e 30 dias após a colheita, respectivamente. O teor de SST varia em consequência do conteúdo de açúcares totais

durante o armazenamento (Shellie & Saltveit Jr., 1993). Os valores de ATT foram da ordem de 0,19, 0,17, 0,16 e 0,17%, na colheita e, aos 10, 20 e 30 dias após a colheita, respectivamente. Esses valores atendem às exigências do mercado externo. Enquanto o pH foi de 5,63, 5,69, 5,73 e 5,83, na colheita e, aos 10, 20 e 30 dias após a colheita, respectivamente. Estes valores assemelharam àqueles obtidos por Miccollis & Saltveit Jr. (1991) e Lester & Shellie (1992), para melão amarelo.

O tempo de vida útil de pós-colheita foi superior a 30 dias, o que é suficiente para a comercialização do produto nos mercados interno e externo. O índice de maturidade utilizado por Menezes (1996) e os resultados encontrado são consistentes com os resultados obtidos por Ryall & Lipton (1972).

A relação SST/ATT é usada para avaliar tanto o estado de maturação, quanto a palatabilidade dos frutos. Se essa relação estiver acima de 25 e a ATT estiver abaixo de 0,5%, o fruto terá um sabor considerado bom e boa coloração. Os valores encontrados satisfazem as preferências dos consumidores brasileiros, uma vez que preferem frutos com sabores mais adocicados e menos ácidos (Salomão et al., 1988).

Os valores de teor de sólidos solúveis totais obtidos foram superiores aos encontrados por Buzetti et al. (1993) e Souza (1993). O SST varia tanto com as condições climáticas, quanto de um fruto para outro entre plantas distintas (Davis Jr. & Schweers, 1971). Segundo Dusi (1992), o sabor e a textura dos frutos melhoram após a colheita por alguns dias enquanto os frutos colhidos com teor máximo de açúcar atingem melhor qualidade. No entanto, um fruto com alto teor de SST pode ter seu sabor prejudicado em função da ATT, evidenciando a importância desta avaliação. Na região do Nordeste do Brasil os frutos são colhidos com teor de sólidos solúveis totais de aproximadamente 9° Brix (Menezes, 1996), valor inferior ao encontrado neste experimento.

A aplicação de CO₂ não proporcionou diferenças significativas relativos aos elementos nutricionais existentes na folha do meloeiro, fase de frutificação, exceto para o boro, que apresentou-se mais elevado para o tratamento a céu aberto sem aplicação de CO₂ (TABELA 3).

Tyler & Lorenz (1964), analisando a concentração de N, P, K, Ca e Mg em em quatro variedades de folhas do meloeiro não constataram diferença significativa entre os elementos analisados, tendo os valores oscilados em torno de: N - 4,61, P - 0,59, K - 2,60, Ca - 0,51 e Mg - 0,71. No entanto, Bhella & Wilcox (1989), encontraram diferenças significativas para cálcio e fósforo.

Confrontando-se os resultados médios mostrados na TABELA 3 com os obtidos por Belfort (1985), constatou-se que os valores de N, P e K foram aproximadamente iguais em ambos os casos, enquanto que os valores de Ca, S e Mg foram inferiores com uma variação média de 17%, 50% e 30%, respectivamente.

TABELA 3 - Teores de nutrientes em folhas de meloeiro, na época da frutificação, média de quatro repetições.

| Trat. | g kg ⁻¹ | | | | | | mg kg ⁻¹ | | | | |
|-------|--------------------|-------|-------|------|------|-------|---------------------|-------|--------|-------|-------|
| | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
| T1 | 35,5 | 4,6 | 51,7 | 38,4 | 15,4 | 4,5 | 18,5 B | 16,0 | 945,5 | 360,0 | 36,75 |
| T2 | 32,2 | 4,3 | 44,2 | 35,3 | 15,1 | 4,1 | 20,7 B | 16,2 | 887,7 | 347,0 | 36,75 |
| T3 | 30,0 | 4,5 | 46,7 | 38,0 | 16,4 | 4,8 | 21,7 B | 15,7 | 900,5 | 442,2 | 36,50 |
| T4 | 31,0 | 4,5 | 45,1 | 37,4 | 15,2 | 4,7 | 25,2 AB | 14,7 | 1198,7 | 387,5 | 36,50 |
| T5 | 30,6 | 4,2 | 45,6 | 34,5 | 15,3 | 4,6 | 19,5 B | 16,7 | 837,0 | 344,8 | 36,50 |
| T6 | 32,6 | 4,0 | 44,4 | 37,6 | 16,8 | 4,3 | 24,2 AB | 16,2 | 909,2 | 369,8 | 36,25 |
| T7 | 29,9 | 4,7 | 44,0 | 38,5 | 17,0 | 4,6 | 28,2 AB | 15,5 | 990,5 | 332,8 | 38,25 |
| T8 | 29,5 | 4,8 | 42,8 | 35,6 | 15,2 | 4,4 | 28,7 AB | 16,2 | 760,2 | 335,8 | 37,25 |
| T9 | 33,0 | 5,0 | 46,7 | 38,1 | 15,8 | 4,0 | 32,2 A | 15,5 | 863,0 | 304,8 | 36,75 |
| CV(%) | 8,59 | 11,40 | 12,70 | 4,89 | 0,19 | 13,61 | 17,60 | 10,05 | 21,67 | 18,46 | 5,48 |

*Para cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra não diferiram a 5% pelo teste de Tukey.

Malavolta et al. (1989) mencionaram que os teores ideais de N, P e K em folha de meloeiro devem ser equivalentes a 3,0, 0,35 e 5,0%, respectivamente. Observou-se, pela TABELA 3, que os teores de N obtidos apresentaram-se bastante próximos dos teores considerados ideais para essa cultura, enquanto os de P foram superiores e os teores de K foram menores, concordando com os observados por Souza (1993). No caso do N, os maiores teores podem ser atribuídos a menor lixiviação do elemento devido, a aplicação de nutrientes via água de irrigação localizada. Tyler & Lorenz (1964) obtiveram maiores valores para concentração de N no início da frutificação, decrescendo até a colheita.

A maior concentração de P (0,59%), deveu-se, provavelmente, à influência da elevada frequência da fertirrigação na mobilidade desse elemento no sistema solo-planta. Belfort (1985) constatou redução no teor de P a partir do início da frutificação. Tyler & Lorenz (1964) constaram que a concentração deste elemento foi mais elevada (0,62%) aos 51 dias, caindo até 0,32% aos 107 dias.

A concentração de K, que apresentou-se inferior aquela considerada ideal, indica que houve bom aproveitamento deste elemento pelas plantas. Tyler & Lorenz (1964) verificaram que a concentração do K na folha elevou-se até aos 51 dias, atingindo cerca de 3,09%, quando reduziu-se até o final do ciclo.

Os valores encontrados para o cálcio estão próximos, enquanto que os valores do magnésio correspondem ao dobro dos obtidos por Souza (1993). Belfort (1985) observou aumento progressivo no teor de cálcio com a idade da planta, atingindo valor da ordem de 3%. Tyler & Lorenz (1964) encontraram uma tendência semelhante para o comportamento do cálcio, entretanto, os valores obtidos foram menores, oscilando em torno de 0,50%.

Os valores de boro encontrados por Belfort (1985) foram da ordem de 55 mg kg⁻¹ na floração, tendo chegado a 77 mg kg⁻¹ na frutificação. Este foi o único elemento que apre-

sentou diferenças significativas entre tratamentos, com valores variando de 18,5 a 32,25 mg kg⁻¹, porém apresentaram-se inferiores aos valores obtidos por Belfort (1985).

A planta aloca expressiva quantidade de nutrientes no processo de frutificação, cujas quantidades totais de N, P, K, Ca, Mg e S extraídas pela cultura corresponderam 30,22, 37,05, 33,78, 4,44, 15,05 e 22,38%, respectivamente. Os micronutrientes também devem merecer atenção, principalmente zinco e ferro, em vista das quantidades exportadas (49,20 e 53,60 g ha⁻¹). Experiências mostram que os frutos colhidos removem cerca de 1,40% de B, 2,42% de Cu, 5,81% de Fe, 4,38% de Mn e 25,54 % de Zn. Assim, pelos dados analisados, fica evidente que a aplicação de CO₂ via água de irrigação não demonstrou resposta diferenciada no estado nutricional do meloeiro.

A lâmina total de água aplicada através da irrigação, no período do transplantio até a colheita foi de 201,83 mm. A evaporação da água, neste período, foi de 329,79 mm, medida no tanque classe A. Houve um total de 94,70 mm de precipitação pluvial, ocorrida com maior frequência na época do transplantio.

Os valores encontrados para eficiência no uso de água foram: 13,01; 12,50; 10,58; 11,02; 11,48; 10,01; 10,01; 10,85 e 8,65 kg m⁻¹ para os tratamentos T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, T₇, T₈ e T₉, respectivamente. Hernandez (1995) encontrou valores variando de 17,53 a 19,82 kg m⁻¹, portanto, acima dos valores obtidos.

CONCLUSÕES

As maiores produtividades de melão foram obtidas nos tratamentos com aplicação de dióxido de carbono via água de irrigação. Aplicação de CO₂ via da irrigação não alterou a qualidade do fruto de melão. Não houve diferenças entre os teores de nutrientes nas folhas do meloeiro ocasionada pela aplicação de dióxido de carbono através da água de irrigação.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro da FAPESP (Processo nº 96/01768-2).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKEN, R.M.; JAWSON, M.D.; GRAHAMMER, K.; POLYMEÑOPOULOS, A. D. Positional, spatially correlated and random components of variability in carbon dioxide efflux. **Journal of Environmental Quality**, v.20, p.301-308, 1991.
- AULENBACH, B.B.; WORTHINGTON, J.T. Sensory evaluation of muskmelons: is soluble solids content a good quality index. **HortScience**, v.9, p.136-137, 1974.
- BASILE, G.; ARIENZO, M.; ZENA, A. Soil nutrient mobility in response to irrigation with carbon dioxide enriched water. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.24, p.1183-1195, 1993.
- BELFORT, C.C. Acumulação de matéria seca e recrutamento de nutrientes em melão (*Cucumis melo* L. cv. Valenciano Amarelo CAC) cultivado em latossolo vermelho amarelo em Presidente Wenceslau - SP. Piracicaba, 1985. 72p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- BELFORT, C.C.; HAAG, H.P.; MATSUMOTO, T.; CARMELLO, Q.A.C.; SANTOS, J. W. C. Nutrição mineral de hortaliças. LXX. Acumulação de matéria seca e recrutamento de macronutrientes pelo melão (*Cucumis melo* L. cv. Valenciano Amarelo CAC). **Anais da ESALQ**, v.43, p.159-218, 1986.
- BHELLA, H.S.; WILCOX, G.E. Lime and nitrogen influence soil acidity, nutritional status, vegetative growth, and yield of muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.11, p.606-610, 1989.
- BUZETTI, S.; HERNANDEZ, F.B.T.; SÁ, M.S.; SUZUKI, M.A. Influência da adubação nitrogenada e potássica na eficiência do uso da água e na qualidade de frutos de melão. **Scientia Agricola**, v.50, p.419-426, 1993.
- DAVIS JR., R.M.; SCHWEERS, V.H. Associations between physical soil properties and soluble solids in cantaloupes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.96, p.213-217, 1971.
- DOOREMBOS, J.; PRUIT, W.O. **Las necesidades de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 1976. 194p. (Boletim, 24).
- DUSI, A.N. **Melão para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília: DENACOOB; FRUPEX, 1992. 32p. (Série Publicações Técnicas, 1).
- HERNANDEZ, F.B.T. Efeitos da supressão hídrica nos aspectos produtivos e qualitativos da cultura do melão. Piracicaba, 1995. 75p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.ed. São Paulo: Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo, 1985. v.1, 533p.
- KEELING, C.D.; WHORF, T.P.; PFLIT, J.V.D. Interannual extremes in the rate of rise of atmospheric carbon dioxide since 1980. **Nature**, v.375, p.666-670, 1995.
- KIMBALL, B.A. Carbon dioxide and agricultural yield: an assemblage and analysis of CO₂ prior observation. **Agronomy Journal**, v.75, p.779-788, 1983.
- KIMBALL, B.A.; LaMORTE, R.L.; SEAY, R.S.; PINTER, P.J.; ROKEY, R.R.; HUNSAKER, D.J.; DUGAS, W.A.; HEUER, M.L.; MAUNEY, J.R.; HENDREY, G.R.; LEWIN, K.F.; NAGY, J. Effects of free air CO₂ enrichment on energy balance and evapotranspiration of cotton. **Agricultural Forest and Meteorology**, v.70, p.259-278, 1994.
- LESTER, G.; SHELLIE K.C. Postharvest sensory and physicochemical attributes of Honey Dew melon fruits. **HortScience**, v.27, p.1012-1014, 1992.
- LONG, S.P. Modification of the response of photosynthetic productivity to rising temperature by atmospheric CO₂ concentration: has its importance been underestimated. **Plant, Cell and Environment**, v.14, p.729-739, 1991.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa do Potássio e do Fosfato, 1989. 201p.
- MENEZES, J.B. Qualidade pós-colheita de melão tipo galia durante a maturação e o armazenamento. Lavras, 1996. 137p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras.
- MICCOLIS, V.; SALTVEIT JR., M.E. Morphological and physiological changes during fruit growth and maturation of seven melon cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.116, p.1025-1029, 1991.
- RYALL, A.L.; LIPTON, W.J. **Handling, transportation and storage of fruit and vegetables**: vegetables and melons. Westport: AVI, 1972. v.1, 473p.
- SALOMÃO, L.C.C.; PINHEIRO, R.V.R.; CONDÉ, A.R.; SOUZÃO, A.C.G. de Efeito do desbaste manual de frutos em produtividade e na qualidade dos frutos de pessegueiros (*Prunus persica* (L.) Batsch), cultivar "Talismã". **Revista Ceres**, v.35, p.596-608, 1988.
- SHELLIE, K.C.; SALTVEIT JR., M.E. The lack of a respiratory rise in muskmelon fruit ripening on the plant challenges the definition of climacteric behavior. **Journal of Experimental Botany**, v.44, p.1403-1406, 1993.
- SOUZA, V.F. de Frequência de aplicação de N e K via irrigação por gotejamento no meloeiro (*Cucumis melo* L. cv. Eldorado 300) em solo de textura arenosa. Botucatu, 1993. 131p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- SPAROVEK, G.; LEPSCH, I.F.; TORRADO, P.V.; MODOLO L.C.; PASSOS H.R.; VAZ, L.F.A.; BARBOSA, R.G. **Avaliação das terras do Campus "Luiz de Queiroz"**. Piracicaba: ESALQ, Depto. de Ciências do Solo, 1993. 28p.
- TYLER, K.B.; LORENZ, O.A. Nutrient absorption and growth of four muskmelon varieties. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.84, p.191-195, 1964.
- YAMAGUCHI, M.; HUGHES, D.L.; YABUMOTO, K.; JENNINGS, W.G. Quality of cantaloupe muskmelons: variability and attributes. **Scientia Horticulturae**, v.6, p.59-70, 1977.

Recebido em 16.06.00