

# Produtividade e qualidade de frutos de meloeiro cultivado em ambiente protegido com aplicação de dióxido de carbono e de potássio via água de irrigação

José Antônio Frizzone<sup>1\*</sup>, Silvana da Silva Cardoso<sup>1</sup> e Roberto Rezende<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (USP), Av. Pádua Dias 11, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. \*Autor para correspondência. e-mail: frizzone@carpa.ciagri.usp.br

**RESUMO.** Este trabalho teve como objetivo estudar os efeitos de diferentes doses de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e de potássio (K<sub>2</sub>O), aplicadas através da irrigação por gotejamento, sobre a produtividade e a qualidade dos frutos do meloeiro rendilhado (*Cucumis melo* L.), híbrido Bônus II, cultivado em ambiente protegido. Mudanças com 19 dias foram transplantadas para canteiros, espaçadas de 1,1 m x 0,3 m e conduzidas vertical até 2,0 m de altura. Os tratamentos resultaram de combinações entre 4 doses de K<sub>2</sub>O e 4 doses de CO<sub>2</sub> aplicadas durante o ciclo. A irrigação e a aplicação de K<sub>2</sub>O foram realizadas com frequência de 4 dias e o CO<sub>2</sub>, com 2 dias, totalizando 45 irrigações, 33 aplicações de CO<sub>2</sub> e 19 aplicações de K<sub>2</sub>O. Os resultados obtidos permitiram concluir que (a) o número de frutos comerciais de melão aumentou significativamente com o aumento das doses de CO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O, segundo uma relação quadrática; (b) não houve efeito significativo do CO<sub>2</sub> sobre o peso médio dos frutos, porém observou-se efeito quadrático significativo para o K<sub>2</sub>O; (c) as produtividades total e comercial de melão aumentaram, segundo uma relação quadrática, em função do aumento das doses de CO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O; (d) A aplicação de CO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O, via irrigação, aumentou a eficiência de uso de água do meloeiro; (e) houve efeito significativo do CO<sub>2</sub> sobre a acidez total, o teor de sólido solúveis e o pH da polpa dos frutos, porém não houve efeito do K<sub>2</sub>O; e (f) a aplicação de K<sub>2</sub>O afetou significativamente a espessura da polpa de melão e os diâmetros transversal e longitudinal dos frutos e o CO<sub>2</sub> afetou a espessura e a firmeza da polpa.

**Palavras-chave:** água carbonatada, fertirrigação, irrigação, melão rendilhado.

**ABSTRACT.** Fruit yield and quality of melon cultivated in greenhouse with carbon dioxide and potassium applications through irrigation water. The aim of this work was to study the effect of different doses of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and potassium (K<sub>2</sub>O), applied through drip irrigation, at the yield and quality of cantaloupe melon (*Cucumis melo* L.), hybrid *Bônus II*, cultivated in greenhouse. 19-day seedlings were transplanted to beds. They were spaced out 1.1 m x 0.3 m apart from each other and vertically directed up to 2.0 m of height. The treatments resulted from combinations of four K<sub>2</sub>O doses and four CO<sub>2</sub> doses applied during the crop. K<sub>2</sub>O irrigation and application were carried out during four days. CO<sub>2</sub> irrigation and application were carried out during two days. 45 CO<sub>2</sub> irrigation, 33 CO<sub>2</sub> applications and 19 K<sub>2</sub>O applications were totalized. Results showed that (a) based on a quadratic relation, the number of melon marketable fruits had a significant increase when CO<sub>2</sub> and K<sub>2</sub>O doses were also increased; (b) there was no significant effect of CO<sub>2</sub> on the average fruit weight. However, there was a significant quadratic effect for K<sub>2</sub>O; (c) based on a quadratic relation, when there was an increase of CO<sub>2</sub> and K<sub>2</sub>O doses, the total and commercial melon yield also increased; (d) CO<sub>2</sub> and K<sub>2</sub>O application through irrigation increased the water efficiency usage; (e) there was significant effect of CO<sub>2</sub> on the total acidity, on the soluble solids content and on the flesh pH. However, there was no effect of K<sub>2</sub>O; and (f) K<sub>2</sub>O application affected significantly the melon flesh thickness and the fruits transversal and longitudinal diameters. CO<sub>2</sub> application affected the flesh thickness and firmness.

**Key words:** carbonated water, fertirrigation, irrigation, net melon.

## Introdução

A crescente demanda por alimentos de qualidade, especialmente para os produtos hortícolas, requer o uso de tecnologias que possibilitem a obtenção de altas produtividades, economicamente viáveis, e que atendam aos padrões exigidos pelo mercado. Essas tecnologias devem amenizar o efeito de fatores limitantes ao desenvolvimento das culturas e atender aos conceitos de produtividade e de qualidade, elementos decisivos para a produção agrícola contemporânea.

O meloeiro é uma olerícola de grande importância econômica para o Brasil, país onde se adaptou bem às condições de solo e de clima. Foi introduzido pelos imigrantes europeus e seu cultivo iniciou-se em meados da década de 60, no Rio Grande do Sul. Desde então, a exploração da cultura tomou grande impulso, inicialmente no estado de São Paulo e, posteriormente, nas regiões Norte e Nordeste. Esta região detém, atualmente, a maior produção, atendendo principalmente, aos mercados internacional e centro-sul do país (Sousa *et al.*, 1999).

Entre as técnicas agrônomicas modernas, têm destaque a irrigação, a fertirrigação e, mais recentemente, o enriquecimento da água de irrigação com o dióxido de carbono (carbonatação), principalmente em cultivos protegidos. Alguns efeitos da carbonatação no desenvolvimento das plantas têm sido estudados, destacando-se o fato de que o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> no ar do solo pode aumentar a concentração de íons hidrogênio com abaixamento do pH da solução do solo, podendo aumentar a disponibilidade de alguns nutrientes para as plantas (Mauney e Hendrix, 1988; Basile *et al.*, 1993; Casella *et al.*, 1996), melhorando o estado nutricional das plantas (Novero *et al.*, 1991), favorecendo o desenvolvimento de certos microorganismos benéficos no solo e aumentando a resistência das plantas ao estresse hídrico (Moore, 1990).

Já no início da década de 60, algumas pesquisas procuraram demonstrar os efeitos da utilização de água de irrigação enriquecida com HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> sobre a absorção de nutrientes, em algumas espécies de plantas (Brown, 1960; Rhoads e Wallace, 1960; Hale e Wallace, 1960). Mais recentemente, o aumento na absorção de nutrientes pelas plantas, em decorrência da aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação, é relatado por vários trabalhos.

Ibrahim (1992), avaliando doses de CO<sub>2</sub> (0; 50; 150 e 200 mg CO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>), verificou, em folhas de plantas de pepino, um aumento na concentração de

potássio, magnésio, zinco e cobre para concentração de CO<sub>2</sub> superior a 100 mg CO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>. Para o tomateiro, D'Andria *et al.* (1993) verificaram, nos frutos, que a concentração de zinco, de cobre, de ferro e de manganês aumentou inicialmente com a utilização de água carbonatada, sendo que, no período ao longo da colheita, as concentrações passaram a ser semelhantes (zinco e manganês) ou menores (cobre e ferro) do que as dos frutos produzidos sem carbonatação. Para essa mesma cultura, Novero *et al.* (1991) observaram aumentos significativos, nos teores de zinco nas folhas das plantas que receberam água carbonatada, e Cararo e Duarte (2002), utilizando doses de 7,73 g CO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>, verificaram redução do teor de zinco nos frutos, semelhante aos resultados encontrados por Kimball *et al.* (1986).

Algumas pesquisas, entretanto, têm mostrado que a aplicação de CO<sub>2</sub> através da água de irrigação não proporcionou diferenças na produção econômica e na absorção de nutrientes em determinadas culturas. Para o tomateiro, Cararo e Duarte (2002) não observaram aumento da produção econômica e Stoffella *et al.* (1995), utilizando a dose de 1,362 mg CO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>, não observaram aumento na concentração de macronutrientes nas folhas de mudas de citrus; no entanto verificaram aumento na concentração de zinco e redução de manganês. Storlie e Heckman (1996) não verificaram diferenças na concentração de nutrientes e na produtividade de plantas de pimentão irrigadas com água carbonatada com concentração de 1,2 g CO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>.

Para a cultura do meloeiro, são poucos os resultados de pesquisa sobre a utilização de água carbonatada. Pinto *et al.* (2000, 2001), trabalhando com aplicação de 50 kg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> via irrigação por gotejamento e utilizando a dose total de 180 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> através de fertirrigação, no meloeiro cultivar Valenciano Amarelo, em espaçamento de 0,60 m x 2,0 m, obtiveram um incremento de 27,3% na produtividade. Entretanto, não obtiveram diferenças para os teores de nutrientes nas folhas, exceto para o boro. Além disso, a eficiência de uso da água pela cultura aumentou, o que pode ser atribuído ao maior desenvolvimento do sistema radicular.

Dois mecanismos possíveis podem ser considerados para explicar o aumento da absorção de nutrientes. Primeiro, a disponibilidade de certos nutrientes pode aumentar devido ao abaixamento do pH do solo, ocasionado pela aplicação do CO<sub>2</sub> junto com a água de irrigação. Segundo, o CO<sub>2</sub> pode induzir um aumento do crescimento de raízes,

agindo de forma semelhante a um fitormônio, em um equilíbrio competitivo, com a concentração de etileno no ar do solo (Govindarajan e Poovaiah, 1984; Chaudhuri *et al.*, 1990; Novero *et al.*, 1991).

A cultura do melão é exigente em nutrientes, particularmente em potássio, a qual, segundo Prabhakar *et al.* (1985), é responsável pela translocação de carboidratos para os frutos, com importante participação na produção e na qualidade dos frutos. Além disso, é uma cultura que responde bem à fertirrigação por gotejamento, cuja eficiência tem proporcionado significativos aumentos na produtividade, ao possibilitar maior parcelamento dos nutrientes, de acordo com a marcha de absorção da cultura (Pinto *et al.*, 1999; Sousa *et al.*, 1999).

O enriquecimento da água de irrigação com CO<sub>2</sub> e a fertirrigação se impõem como práticas a serem adotadas, visando ao aumento da produtividade e da qualidade física e química de frutos de melão. Entretanto a falta de informações sobre os efeitos de diferentes doses de CO<sub>2</sub> no meloeiro tem limitado o avanço dessa tecnologia. Dessa forma, torna-se fundamental a realização de estudos para determinar as doses de CO<sub>2</sub> e de potássio mais adequadas para otimizar a produtividade da cultura, especialmente, em ambiente protegido.

O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos de diferentes doses de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e de potássio (K<sub>2</sub>O), aplicadas através da irrigação por gotejamento, sobre a produtividade e a qualidade física e química dos frutos do meloeiro rendilhado, cultivado em ambiente protegido.

**Material e métodos**

Este trabalho foi desenvolvido em estufas instaladas na área experimental da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, em Piracicaba, Estado de São Paulo. As coordenadas geográficas do local são 23°42’30” de Latitude Sul, 47°38’00” de longitude Longitude Oeste, a altitude de 580 m. Pela classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, subtropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco. A temperatura média mensal varia de 24,8°C (verão) a 17,1°C (inverno), sendo a média anual 21,4°C. As chuvas são da ordem de 1278 mm anuais, ocorrendo cerca de 1000 mm de outubro a março e 278 mm de abril

a setembro.

O solo da área experimental foi um Latossolo Vermelho-Amarelo franco-arenoso, cujas características físicas e químicas estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2. A caracterização química do solo foi feita mediante análise de amostras compostas coletadas na camada de 0-0,30 m de profundidade, logo após a construção dos canteiros nas estufas, para quantificar a necessidade de calagem, de adubação de plantio (fósforo) e de cobertura (nitrogênio). Com base nos resultados da análise química e na recomendação de Rajj *et al.* (1996), aos 60 dias antes do transplante, incorporaram-se, nos canteiros, 2,96 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (39% de CaO, 13% de MgO e PRNT de 67%).

**Tabela 1.** Características físicas do solo utilizado no experimento.

Granulometria (%)			Classe textural	Densidade (g cm <sup>-3</sup> )	
Argila	Silte	Areia		Global	Partículas
15,23	8,67	76,10	Franco-arenosa	1,08	2,66

Trinta dias após a calagem, fez-se a adubação de plantio aplicando-se 240,0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de termofosfato Yoorin master (17,5% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,10% de B e 0,55% de Zn) e 30,0 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco bovino curtido. Um mês após, foi feita nova análise do solo, obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 2.

O trabalho foi conduzido em 4 estufas agrícolas com cobertura em arco, orientadas no sentido leste-oeste, com 3,0 m de pé-direito, 7,0 m de largura, 17,5 m de comprimento e 4,7 m de altura na parte mais alta. As fachadas laterais e frontais foram envolvidas com tela de polipropileno branco de 1 mm. As fachadas frontais possuíam janelas para liberar o ar quente que se acumulava no alto e, nas laterais, instalaram-se cortinas com um sistema de manivela para permitir o fechamento e a abertura sempre que necessário. O teto foi coberto com filme plástico de polietileno transparente de 150 micras, com tratamento anti-UV.

Conduziu-se o experimento com melão rendilhado ‘Bônus II’, analisando-se o efeito de dois fatores: doses de potássio (K<sub>2</sub>O) e de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), aplicadas via água de irrigação. Utilizaram-se 4 estufas, cada uma com uma dose de CO<sub>2</sub>. Em cada

**Tabela 2.** Resultados da análise química do solo.

P (mg dm <sup>-3</sup> )	M.O. (g dm <sup>-3</sup> )	Antes da adubação de plantio				pH	S	T (%)	V
		K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	H +Al <sup>+</sup>				
(mmol, dm <sup>-3</sup> )									
4,00	13,80	0,90	7,50	3,30	27,80	4,6	11,95	39,73	30,00
60 dias após a calagem e 30 dias após a adubação de plantio									
15,50	24,25	2,38	15,75	8,00	20,30	5,50	20,08	46,48	55,00

estufa, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições, para as doses de K<sub>2</sub>O. Para análise do efeito do CO<sub>2</sub>, utilizou-se a técnica de análise conjunta de experimentos, conforme descrito por Gomes (2000). Na análise conjunta, o efeito do CO<sub>2</sub> foi confundido com o efeito de experimentos ou estufas. Os tratamentos foram 4 doses de K<sub>2</sub>O durante o ciclo (K1 = 50; K2 = 150; K3 = 300; K4 = 600 kg ha<sup>-1</sup>) combinadas com 4 doses de CO<sub>2</sub> (C<sub>0</sub> = 0,0; C<sub>1</sub> = 165,0; C<sub>2</sub> = 301,8 e C<sub>3</sub> = 460,4 kg ha<sup>-1</sup>).

Cada estufa continha 16 parcelas formadas por segmentos da linha de plantas com 3,9 m de comprimento, com 13 plantas, sendo 11 plantas úteis. Considerou-se uma planta em cada extremidade das parcelas e as fileiras de plantas das extremidades das estufas como bordadura. A análise de variância foi realizada de forma que o valor de F testou a hipótese H<sub>0</sub>, segunda a qual não existe diferença entre as médias dos tratamentos. O nível de significância mínimo considerado para a rejeição da hipótese H<sub>0</sub> foi 5%, ou seja, sempre que o valor da probabilidade do teste F foi menor ou igual a 0,05, aceitava-se que houve diferença entre, pelo menos, 2 tratamentos e continuava-se o detalhamento da análise por meio de estudos de regressão, para verificar a tendência das variáveis em função das doses crescentes de K<sub>2</sub>O e de CO<sub>2</sub>. Pela análise de regressão múltipla, procurou-se ajustar o seguinte modelo:

$$Z = B_0 + B_1 X + B_2 Y + B_3 X^2 + B_4 Y^2 + B_5 XY \quad (1)$$

em que:

Z é a produtividade total ou comercial de frutos (Mg ha<sup>-1</sup>);

X é a dose de CO<sub>2</sub> durante o ciclo (kg ha<sup>-1</sup>);

Y a dose de K<sub>2</sub>O durante o ciclo (kg ha<sup>-1</sup>);

B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> e B<sub>4</sub> são os parâmetros do modelo.

O monitoramento dos elementos microclimáticos em cada estufa foi realizado por um sistema automático de aquisição de dados tipo CR 10X para registrar o sinal emitido pelos sensores a cada 5 segundos e armazenar as médias a cada 30 minutos. Os sensores instalados foram: um piranômetro (radiação solar global), um saldo radiômetro (radiação líquida) e quatro psicômetros com termopares de bulbo úmido e de bulbo seco (temperatura e umidade relativa), sendo um por estufa.

Mudas de melão rendilhado 'Bônus II' foram preparadas em bandejas de poliestireno expandido, com substrato comercial organo-mineral, colocando-se uma semente por célula. Realizou-se a semeadura no dia 16/08/01, em estufa localizada no Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da

Esalq/USP. As mudas foram irrigadas três vezes ao dia e, aos 19 dias após a semeadura, quando a segunda folha definitiva foi emitida, as mudas foram consideradas formadas.

Fez-se o transplântio das mudas para canteiros em fileira simples, no espaçamento de 0,30 m x 1,10 m (30.303 plantas por hectare). Em seguida, irrigou-se com uma lâmina de água de 3,0 mm para garantir o pegamento. Quando as plantas de melão iniciaram a emissão de gavinhas, fez-se o tutoramento conduzindo-as em haste única na vertical até 2 m de altura. Eliminaram-se todos os ramos secundários até o 11º nó por meio de podas, acerca de 0,70 m do cólon da planta, deixando os demais brotos laterais com 3 folhas. As primeiras flores masculinas surgiram no ramo principal, aos 18 dias após o transplântio (DAT), e as primeiras flores hermafroditas surgiram nos ramos laterais aos 40 DAT. Aos 43 DAT, iniciou-se a polinização manual por 15 dias consecutivos. Durante a condução da cultura, procurou-se manter, no máximo, 3 frutos por planta.

Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento superficial e o abastecimento de água foi feito por um conjunto de reservatórios com capacidade para 2000 L. O sistema de bombeamento foi composto por um conjunto motobomba centrífuga, potência de 1,0 cv, vazão de 3,3 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> e pressão manométrica de 630 kPa. A estação de controle, com filtros de tela, reguladores de pressão (105 kPa), ventosa, registros e hidrômetros foi instalada fora das estufas, em abrigo específico.

As linhas de irrigação constituíram-se de tubos gotejadores, com parede de 225 micras de espessura e emissores do tipo labirinto, integrados à tubulação, espaçados de 0,20 m, com vazão média de 1,37 L h<sup>-1</sup>, operando à pressão média de 105 kPa. A vazão média do sistema de irrigação por estufa foi 0,545 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> e a uniformidade de distribuição de água dos gotejadores 96%.

As irrigações foram realizadas com turno de rega fixo de 2 dias para facilitar a aplicação das quantidades desejadas de CO<sub>2</sub>, sem violar a capacidade de solubilização da água e de medição de vazão de CO<sub>2</sub> do fluxômetro. A quantidade de água aplicada foi determinada com base na curva de retenção de água no solo e no potencial mátrico da água medido por tensiômetros com leitor digital. Em cada estufa, foram utilizadas 4 tensiômetros, instalados a 0,10 m; 0,20 m; 0,30 m e 0,40 m de profundidade. Considerou-se, como limite superior de água disponível no solo, a quantidade de água correspondente ao potencial mátrico de -9,0 kPa (0,204 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>) e, como limite inferior, a

quantidade de água equivalente ao potencial mátrico da água no solo medido antes de cada irrigação.

Nos primeiros 30 DAT, calculou-se a lâmina de irrigação para a camada de solo de 0–0,20 m, considerando-se o potencial mátrico medido a 0,10 m de profundidade. Posteriormente, o manejo da irrigação foi feito pelo potencial mátrico medido a 0,20 m para calcular a quantidade de água a aplicar na camada de solo de 0–0,40 m de profundidade. Os tensiômetros instalados a 0,30 e 0,40 m foram utilizados para monitorar o avanço da frente de molhamento e a adequação da irrigação.

Calculou-se a lâmina de irrigação por meio da equação (2):

$$h = 10 (\theta_{cc} - \theta_{cr}) \cdot z \quad (2)$$

em que:

$h$  é a lâmina de irrigação (mm);

$\theta_{cc}$  é a umidade do solo no potencial mátrico de –9,0 kPa ( $0,204 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ );

$\theta_{cr}$  é a umidade do solo no momento da irrigação ( $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ); e

$z$  a profundidade da camada de irrigação (cm).

A lâmina de irrigação foi transformada em volume (L), considerando-se a área total da estufa ( $122,5 \text{ m}^2$ ), e o tempo de irrigação foi calculado pela equação (3):

$$T_i = 60 \times 10^{-3} \frac{h \cdot A}{Q} \quad (3)$$

em que:

$T_i$  é tempo de irrigação (min);

$h$  é a lâmina de irrigação (mm);

$A$  é a área da estufa ( $122,5 \text{ m}^2$ ); e

$Q$  a vazão de água por estufa ( $0,546 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ ).

O sistema de fertirrigação operou independentemente do sistema de irrigação e constituiu-se de um reservatório para acondicionar a calda fertilizante previamente preparada em recipientes. Preparou-se a calda com fertilizantes potássicos e nitrogenados. As doses de  $\text{K}_2\text{O}$  variaram de acordo com o tratamento e foram parceladas em 19 aplicações, dos 4 DAT aos 76 DAT, utilizando-se nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) e sulfato de potássio ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) em proporções necessárias para compor os tratamentos de  $\text{K}_2\text{O}$  preestabelecidos. Entre 4 DAT e 48 DAT, aplicou-se apenas  $\text{KNO}_3$ , entre 52 DAT e 64 DAT, utilizaram-se combinações de  $\text{KNO}_3$  e  $\text{K}_2\text{SO}_4$  e, entre 68 DAT e 76 DAT, utilizou-se apenas  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Foram aplicados  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, na forma de nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) e nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), parcelados em 16 aplicações, dos 4 DAT aos 64 DAT. A frequência de fertirrigação foi 4 dias. Os percentuais de distribuição de nitrogênio e de potássio, ao longo do ciclo (Figura 1), foram baseados na marcha de

absorção do meloeiro conforme proposta por Silva *et al.* (2000).

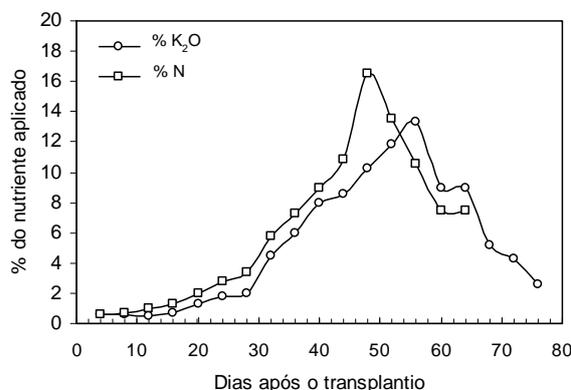
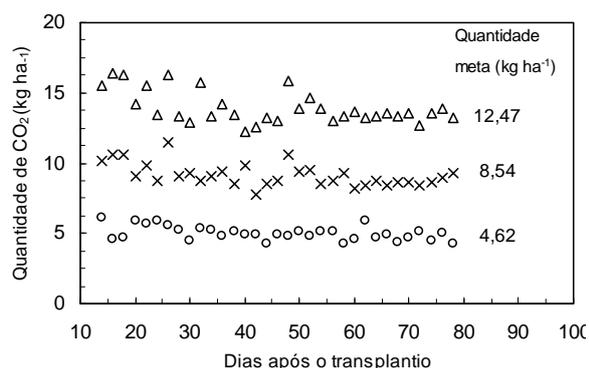


Figura 1. Distribuição percentual de nitrogênio e de potássio durante o ciclo do meloeiro.

Na fertirrigação, aplicou-se apenas água até pressurizar o sistema e, em seguida, injetou-se um volume conhecido de calda fertilizante (30 L), previamente dissolvida em água e colocada no reservatório, cuja concentração variou com a dose de potássio. Iniciaram-se as aplicações, da menor para a maior dose de  $\text{K}_2\text{O}$ , e operaram-se 4 linhas laterais por vez, possibilitando aplicações sequenciais e independentes em uma linha por estufa. Posteriormente, injetaram-se 20 L de água para lavagem do sistema e expulsão de resíduos fertilizantes do sistema de fertirrigação e das linhas laterais.

O sistema de aplicação de  $\text{CO}_2$  constituiu de 3 conjuntos de injeção formados por um cilindro de  $\text{CO}_2$  (5,0 kg), uma válvula reguladora de pressão, um manômetro e um fluxômetro previamente calibrado para controlar a vazão do gás injetado diretamente nas linhas de irrigação das estufas. O volume de água carbonatada aplicado em cada estufa foi controlado por hidrômetros instalados após o ponto de injeção do  $\text{CO}_2$ .

Pelo fato de os fluxômetros não apresentarem alta precisão de escala, a quantidade de  $\text{CO}_2$  aplicada em cada irrigação também foi controlada pela pesagem dos cilindros de gás, antes e depois de cada aplicação. As quantidades totais de  $\text{CO}_2$  efetivamente aplicadas em cada tratamento foram contabilizadas no final do ciclo do meloeiro. As aplicações do  $\text{CO}_2$  foram iniciadas aos 14 DAT, quando as mudas já estavam estabelecidas e foram interrompidas aos 78 DAT, 13 dias antes da primeira colheita. Essas aplicações foram feitas simultaneamente à irrigação, durante a manhã, com frequência de dois dias. A distribuição de  $\text{CO}_2$  durante o ciclo da cultura nos diferentes tratamentos está apresentada na Figura 2.



**Figura 2.** Distribuição de CO<sub>2</sub> durante o ciclo do meloeiro nos diferentes tratamentos.

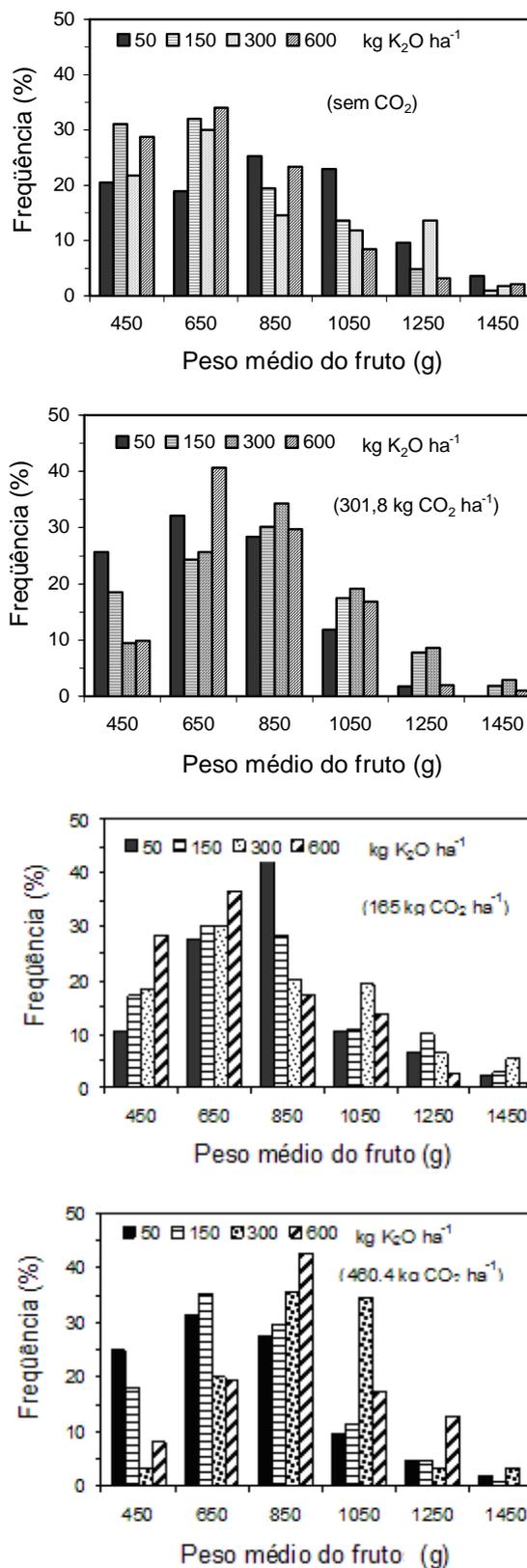
Para avaliar a produtividade total e comercial, foram realizadas 3 colheitas, a partir dos 91 DAT, quando eles atingiram a maturação fisiológica (teor de sólidos solúveis em torno de 11 °Brix, cor acinzentada e rendimento em volta do pedúnculo). Procedeu-se à pesagem individual dos frutos em balança digital com precisão de 5,0 g. Foram classificados como frutos comerciais os não-deformados com peso superior a 0,550 kg, conforme Filgueiras et al. (2000).

Após a colheita, foram separados 4 frutos por repetição para a determinação dos parâmetros de qualidade física e química. Utilizou-se um paquímetro digital para medir os diâmetros transversal e longitudinal e a espessura da polpa e um penetrômetro de 8,0 mm para a firmeza em dois pontos da zona equatorial do fruto. Um dia após a colheita, fez-se a análise química dos frutos. Utilizou-se um desintegrador de polpa, determinou-se o °Brix com um refratômetro analítico; o pH foi determinado com peagâmetro digital e a acidez total, pela titulação do suco com solução de NaOH 0,01N até o pH atingir 8,1.

## Resultados e discussão

### Distribuição da produção de frutos

No experimento como um todo, os pesos dos frutos de melão, determinados logo após as colheitas, variaram de 350 g a 1550 g, tendo sido distribuídos em 6 classes de frequência, definidas por faixas de peso de 200 g (Figura 3). No intervalo de classe inferior, foram agrupados os frutos com menos de 550 g e, no superior, os frutos com até 1550 g. Observou-se que as menores frequências de frutos não-comerciais (pesos inferiores a 550 g) ocorreram nas maiores doses de CO<sub>2</sub> (301,8 kg ha<sup>-1</sup> e 460,4 kg ha<sup>-1</sup>) e nas maiores doses de K<sub>2</sub>O (300 kg ha<sup>-1</sup> e 600 kg ha<sup>-1</sup>). Já na ausência de CO<sub>2</sub> foram



**Figura 3.** Distribuição de frequências dos pesos de frutos de melão em cada dose de CO<sub>2</sub> aplicada.

obtidas as maiores freqüências de frutos não-comerciais. Para um total de 176 plantas, o maior número de frutos (418) foi produzido no tratamento que recebeu 301,8 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>, com menor número de frutos defeituosos (3,6%). Os tratamentos sem adição de CO<sub>2</sub> e com adição de 460,4 kg ha<sup>-1</sup> foram os que produziram menor número de frutos (390 e 387, respectivamente), sendo também os que apresentaram as maiores porcentagens de frutos defeituosos (6,4% e 6,5%). Os frutos com maior peso médio (898,9 g) foram produzidos no tratamento com 460,4 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> e 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. A dose de CO<sub>2</sub> de 301,8 kg ha<sup>-1</sup> não se destacou pela produção dos frutos mais pesados, porém apresentou o maior número total de frutos (418 frutos por 176 plantas) e o menor número de frutos defeituosos (3,6%). Mavrogianopoulos *et al.* (1999) registraram aumento de até 29% na produtividade do meloeiro com incremento na concentrações de CO<sub>2</sub> de 400 μmol mol<sup>-1</sup> para 1200 mol mol<sup>-1</sup>, o que foi atribuído ao maior peso dos frutos (13%) e ao aumento do número de frutos (17%).

Os tratamentos sem adição de CO<sub>2</sub> e com adição de 460,4 kg ha<sup>-1</sup> foram os que produziram menor número de frutos (390 e 387 frutos por 176 plantas), e apresentaram as maiores porcentagens de frutos defeituosos. Na Figura 4, estão representados os valores médios de número de frutos comerciais de melão produzidos por parcela (11 plantas). A análise de variância da regressão indicou que o número de frutos comerciais foi influenciado significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F, pelas doses de CO<sub>2</sub> e de K<sub>2</sub>O, segundo um modelo quadrático, e a interação não foi significativa. A combinação de 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 301,8 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> resultou no maior número de frutos comerciais.

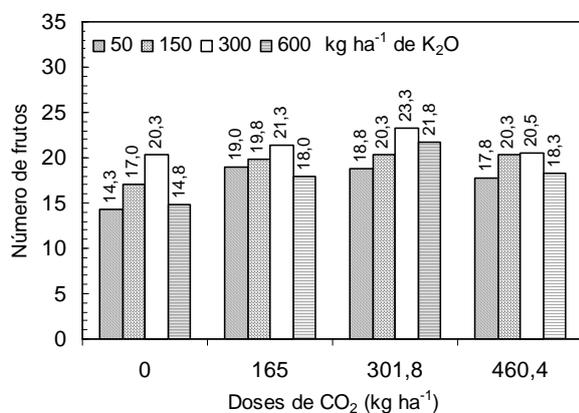


Figura 4. Número médio de frutos comerciais por parcela de 11 plantas.

Na Figura 5, são apresentados os pesos médios de frutos comerciais em função das doses de CO<sub>2</sub> e de K<sub>2</sub>O. Para o peso médio do fruto, não foi constatado efeito significativo do CO<sub>2</sub>, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F, indicando que a variação da produtividade comercial deveu-se, principalmente, ao número de frutos comerciais produzidos. Embora a dose de CO<sub>2</sub> de 301,8 kg ha<sup>-1</sup> não tenha se destacado pela produção dos frutos mais pesados, apresentou o maior número total de frutos, o menor número de frutos defeituosos e baixa freqüência de frutos com peso inferior a 550 g. Pinto *et al.* (1999), por sua vez, encontraram efeito significativo do CO<sub>2</sub> para número de frutos comerciais (aumento de 14,35% no número de frutos) e peso médio dos frutos (aumento de 9,38% no peso médio de frutos).

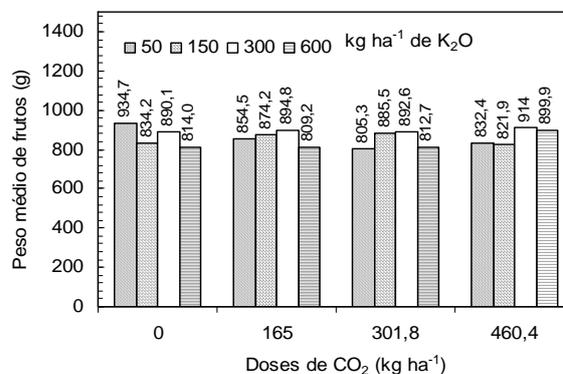


Figura 5. Peso médio (g) dos frutos comerciais de melão.

Em relação ao K<sub>2</sub>O, observou-se efeito significativo, a 5% de probabilidade, sobre o peso médio de frutos, sendo que a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> proporcionou o maior peso médio em todas as doses de CO<sub>2</sub> (em média, 897,8 g). O efeito do K<sub>2</sub>O, sobre o peso médio do fruto comercial, seguiu um modelo quadrático. Bhella (1985) verificou que a irrigação por gotejamento com dose de potássio de 140 kg ha<sup>-1</sup> aumentou significativamente o peso médio do fruto e a produtividade; por outro lado, diminuiu o teor de sólidos solúveis nos frutos do meloeiro rendilhado.

**Produtividade total de frutos**

A produtividade total do meloeiro, em função das doses de CO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O, aplicadas via sistema de irrigação por gotejamento, estão apresentadas na Tabela 3. Verifica-se um acréscimo de 30,9% na produtividade total média de melão, considerando-se o tratamento que recebeu 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O sem adição de CO<sub>2</sub> (menor produtividade) e o tratamento com 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e adição de

301,8 kg ha<sup>-1</sup> CO<sub>2</sub> (maior produtividade). Observa-se que, independentemente da dose de CO<sub>2</sub>, as maiores produtividades foram obtidas com 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Para essa dose de K<sub>2</sub>O, a produtividade aumentou de 55,42 Mg ha<sup>-1</sup>, sem adição de CO<sub>2</sub>, para 61,57 Mg ha<sup>-1</sup>, com adição de 301,8 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> (acréscimo de 11,1%).

**Tabela 3.** Produtividade total da cultura do meloeiro.

Doses de CO <sub>2</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	Doses de K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )				Média
	50	150	300	600	
	----- Produtividade total de frutos (mg ha <sup>-1</sup> ) -----				
0	47,05	51,09	55,42	49,47	50,76
165	52,12	54,83	60,13	53,26	55,09
301,8	52,80	56,24	61,57	53,84	56,11
460,4	51,45	54,22	55,71	52,02	53,35
Média	50,86	54,10	58,21	52,15	53,83

Em média, ocorreu um acréscimo de 10,5% na produtividade total com a aplicação de 301,8 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> em relação aos tratamentos que não receberam CO<sub>2</sub>. Em todas as doses de K<sub>2</sub>O, houve tendência de maior produtividade para a aplicação de 301,8 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>. Nessa dose de CO<sub>2</sub>, comparando-se as produtividades obtidas com 50 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, verifica-se um aumento 16,6%.

A análise de variância para produtividade total de melão revelou efeito significativo (Pr<0,01) para doses de CO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O, mas não houve efeito significativo da interação desses fatores (Pr>0,05). Pinto *et al.* (2000) também observaram que a aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação, em condições de campo e em estufa, influenciou positivamente a produtividade do meloeiro amarelo. O autor conseguiu aumento de 22,9% na produtividade total do tratamento que recebeu 50 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> em condições de campo e 27,3% em estufa, em comparação ao tratamento que não recebeu adição de CO<sub>2</sub>.

Aplicando-se análise de regressão múltipla para estudar as variações da produtividade total de frutos em função das doses de K<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub>, constataram-se efeitos linear e quadrático significativos para esses fatores (Tabela 4). Já a interação entre eles não foi significativa. Os parâmetros do modelo de regressão múltipla (equação 1) ajustado para produtividade total, com R<sup>2</sup>= 0,9149 significativo a 1% de probabilidade, estão apresentados na Tabela 4. Por esse modelo, estima-se uma produtividade total máxima de frutos de melão de 60,8 Mg ha<sup>-1</sup> com a aplicação de 351,4 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 282,8 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>.

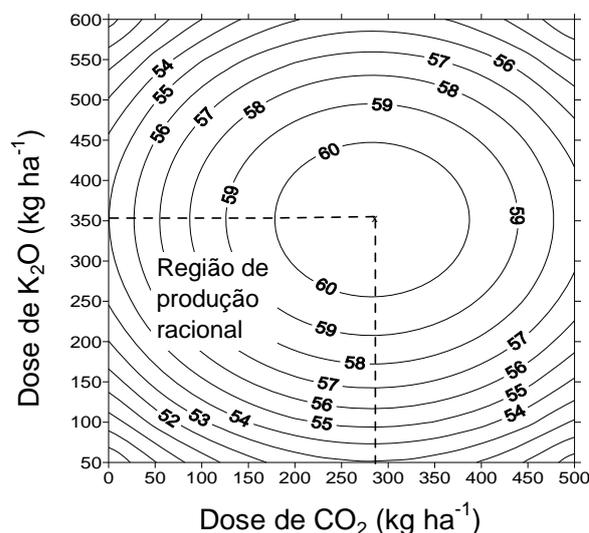
Na Figura 6, está representada a superfície de resposta projetada em um gráfico de duas dimensões, para produtividade total de frutos, mostrando-se as diferentes combinações de K<sub>2</sub>O e

CO<sub>2</sub> que resultam na mesma produtividade. As curvas são convexas em relação à origem, isto é, doses crescentes de K<sub>2</sub>O substituem doses de CO<sub>2</sub> cada vez menores e vice-versa. Isso introduz o conceito de substituição de fatores, isto é, CO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O podem se substituir na produção de melão.

**Tabela 4.** Análise de variância da regressão para produtividade total de melão.

Causas de variação	GL	QM	F	Pr > F
Modelo	5	37,155	33,243**	0,000
Resíduo	10	1,118		
Parâmetros	Variável	Valor	Valor "t"	Nível sig.
B <sub>0</sub>	Constante	44,235	46,451**	0,000
B <sub>1</sub>	CO <sub>2</sub>	4,125x10 <sup>-2</sup>	7,373**	0,000
B <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	6,110x10 <sup>-2</sup>	-10,232**	0,000
B <sub>3</sub>	(CO <sub>2</sub> ) <sup>2</sup>	-7,294x10 <sup>-5</sup>	-6,736**	0,000
B <sub>4</sub>	(K <sub>2</sub> O) <sup>2</sup>	-8,693x10 <sup>-5</sup>	-10,469**	0,000
B <sub>5</sub>	(CO <sub>2</sub> )x(K <sub>2</sub> O)	-6,697x10 <sup>-5</sup>	-0,903 <sup>NS</sup>	0,378
R <sup>2</sup> ajustado = 0,9149				

\*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade; <sup>NS</sup>não-significativo.



**Figura 6.** Produtividade total do meloeiro em função de doses de CO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O e região de produção racional.

A variação na declividade das isoquantas, ao longo de uma mesma linha reta, traçada a partir da origem, sugere que a combinação dos fatores, para a qual se obtém o menor custo, varia com o nível de produtividade. Assim, a combinação econômica de K<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub>, para uma produtividade de 30 mg ha<sup>-1</sup>, é diferente daquela para 50 mg ha<sup>-1</sup>.

Na Figura 6, estão definidas duas isóclinas, linhas que unem os pontos de cada isoquanta, onde as inclinações das linhas tangentes são iguais e, sobre cada uma dessas linhas, para qualquer nível de produção, tem-se a mesma taxa marginal de substituição. Em estudos econômicos, interessa limitar, em cada isoquanta, o segmento entre duas isóclinas em que a taxa marginal de substituição é

decrecente (região de produção racional). Ultrapassadas essas isóclinas, a declividade da isoquanta é positiva, isto é, quantidades crescentes de ambos os fatores são empregadas mantendo-se a produtividade no mesmo nível.

**Produtividade comercial do meloeiro**

A produtividade comercial do meloeiro foi estimada pela diferença entre a produtividade total e a produtividade não-comercial (frutos defeituosos mais frutos com peso inferior a 550 g), em função das doses de CO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O (Tabela 5). A maior produtividade comercial foi obtida com a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 301,8 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>. Pela análise de variância, constatou-se efeito significativo, a 5% de probabilidade, das doses de CO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O e interação entre esses fatores. Para a dose 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, a produtividade comercial teve um aumento de 15,2% quando se aplicou 301,8 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>, em relação ao tratamento sem aplicação desse gás.

**Tabela 5.** Produtividade comercial da cultura do meloeiro.

Dose de CO <sub>2</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	Dose de K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )				Média (kg ha <sup>-1</sup> )
	50	150	300	600	
Produtividade comercial de frutos (mg ha <sup>-1</sup> )					
0,0	36,72	39,16	49,68	33,11	39,67
165,0	44,70	47,62	52,35	40,09	46,19
301,8	41,70	49,41	57,21	48,75	49,27
460,4	40,28	45,92	51,57	45,22	45,75
Média	40,85	45,53	52,70	50,04	45,22

Pela análise de regressão entre doses de CO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O, verificou-se efeito significativo para os componentes linear e quadrático e para a interação entre esses fatores (Tabela 6). O modelo de regressão ajustado para produtividade comercial apresentou R<sup>2</sup> = 0,8474, significativo a 1% de probabilidade, mostrando que 84,74% da variação total da produtividade comercial de frutos foi explicada pela regressão.

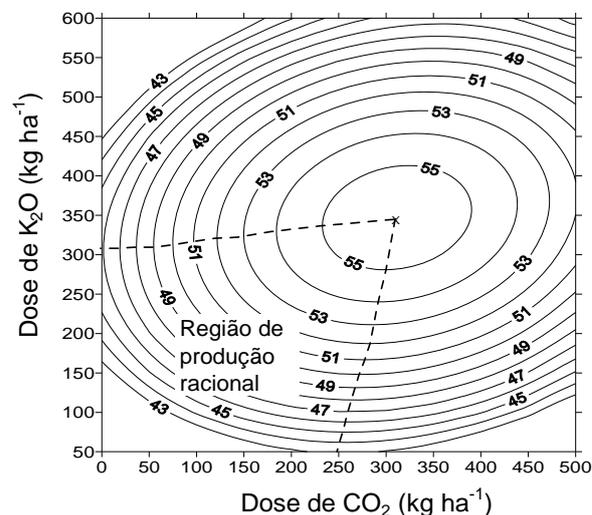
**Tabela 6.** Resumo da análise de variância da regressão para produtividade comercial.

Causas de variação	GL	QM	F	Pr > F
Modelo	5	111,428	19,848**	0,0001
Resíduo	10	5,6142		
Parâmetros	Variável	Valor	Valor "t"	Nível sig.
B <sub>0</sub>	Constante	32,285	14,97**	0,000
B <sub>1</sub>	CO <sub>2</sub>	5,068x10 <sup>-2</sup>	4,00**	0,003
B <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	8,910x10 <sup>-2</sup>	6,59**	0,000
B <sub>3</sub>	(CO <sub>2</sub> ) <sup>2</sup>	-1,029x10 <sup>-4</sup>	-4,20**	0,002
B <sub>4</sub>	(K <sub>2</sub> O) <sup>2</sup>	-1,458x10 <sup>-4</sup>	-7,75**	0,000
B <sub>5</sub>	(CO <sub>2</sub> )x(K <sub>2</sub> O)	-3,875x10 <sup>-5</sup>	2,31*	0,014

R<sup>2</sup> ajustado = 0,8474  
 \*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade; \*significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Na Figura 7, estão representadas as isoquantas e a região de produção racional, para produtividade comercial. Pelo modelo ajustado, estima-se uma

produtividade comercial máxima de 55,64 Mg ha<sup>-1</sup> com a aplicação de 346,7 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 311,5 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>. Em estufa, Pinto *et al.* (2000) obtiveram a maior produtividade comercial de melão amarelo (23,68 kg ha<sup>-1</sup>) com a aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> e 180 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Para condições de cultivo em campo aberto, Pinto *et al.* (2001) constataram aumento de 50,5% na produtividade comercial com a aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> e 180 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e esse efeito-se deveu à produção de maior número de frutos e frutos com maior peso. Relativamente ao potássio, Prabhakar *et al.* (1985) afirmar que o seu efeito no aumento da produtividade deve-se ao aumento do tamanho dos frutos, embora neste trabalho não se tenha verificado efeito significativo do potássio no peso médio do fruto.



**Figura 7.** Produtividade comercial do meloeiro em função de doses de CO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O e região de produção racional.

A menores produções não-comerciais (3,98 e 1,55 mg ha<sup>-1</sup>) ocorreram nos tratamentos resultantes da combinação entre a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e as maiores doses de CO<sub>2</sub> (301,8 e 460,4 kg ha<sup>-1</sup>). Já a maior produção não-comercial (20,34 mg ha<sup>-1</sup>) ocorreu para a combinação entre a maior dose de K<sub>2</sub>O e a menor dose de CO<sub>2</sub> aplicadas.

**Eficiência do uso de água**

A maior eficiência de uso da água (19,14 kg m<sup>-3</sup>) foi verificada para a dose de 301,8 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> combinada com 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Em relação ao tratamento sem CO<sub>2</sub>, o aumento da eficiência foi 11,1%. Em média, a eficiência de uso de água aumentou até a dose de 301,8 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>, reduzindo-se em seguida. As menores eficiências de uso de água ocorreram quando não se fez adição de

CO<sub>2</sub>. Isso indica que se pode economizar água na irrigação do meloeiro quando se aplica CO<sub>2</sub>. Quanto ao K<sub>2</sub>O, verificou-se um aumento na eficiência de uso de água até a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup>.

#### Qualidade física dos frutos comerciais

A análise de variância indicou efeito não-significativo do CO<sub>2</sub> sobre os diâmetros longitudinal e transversal dos frutos de melão, porém revelou efeito quadrático significativo do K<sub>2</sub>O, atingindo valores médios máximos de 133,4 mm de diâmetro longitudinal e 118,7 mm de diâmetro transversal para 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Para a espessura e a firmeza da polpa, a análise de variância indicou efeito linear significativo do CO<sub>2</sub> (P<0,05). A espessura da polpa aumentou, em média, de 22,7 mm (sem adição de CO<sub>2</sub>) para 27,1 mm (com adição de 460,4 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>) enquanto a firmeza reduziu, em média, de 17,6 N para 15,1 N. Já o K<sub>2</sub>O influenciou significativamente apenas a espessura da polpa, reduzindo-a de 26 mm (com 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) para 22,9 mm (com 600 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). Embora não exista escala que compare e classifique os frutos quanto à firmeza e à espessura da polpa, é por meio dessas características que se identificam os frutos mais resistentes ao transporte e com maior vida pós-colheita.

#### Qualidade química dos frutos comerciais

Pela análise de variância, constatou-se efeito quadrático significativo (P<0,01) do CO<sub>2</sub> sobre a acidez total titulável e sobre o teor de sólidos solúveis (P<0,01) e não houve efeito sobre o pH (em média 6,2). Já K<sub>2</sub>O não influenciou significativamente essas características químicas.

A menor acidez (0,1134 mg ácido málico anidro por 100 ml suco) ocorreu no tratamento sem adição de CO<sub>2</sub> e a maior (0,1318 mg ácido málico anidro por 100 mL suco) quando se aplicou 165 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>. O teor de sólidos solúveis totais variou de 10,3 °Brix (sem adição de CO<sub>2</sub>) a 13,0°Brix (com aplicação de 460,4 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>). De maneira geral, os teores de sólidos solúveis encontrados atendem aos padrões de qualidade para comercialização, tanto para o mercado interno como para o externo, pois, para o mercado europeu, frutos com teores de sólidos solúveis abaixo de 9 °Brix são considerados inaptos, entre 9 e 12 °Brix, são aceitáveis, e os que apresentarem valores acima de 12 °Brix são considerados ótimos para a comercialização.

#### Conclusão

- O número de frutos comerciais de melão

aumentou significativamente com o aumento das doses de CO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O, segundo uma relação quadrática;

- Não houve efeito significativo do CO<sub>2</sub> sobre o peso médio dos frutos, porém observou-se efeito quadrático significativo para o K<sub>2</sub>O;

- As produtividades total e comercial de melão aumentaram, segundo uma relação quadrática, em função do aumento das doses de CO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O;

- A aplicação de CO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O, via irrigação aumentou a eficiência de uso de água do meloeiro;

- Houve efeito significativo do CO<sub>2</sub> sobre a acidez total, o teor de sólido solúveis e o pH da polpa dos frutos, porém não houve efeito do K<sub>2</sub>O;

- A aplicação de K<sub>2</sub>O afetou significativamente a espessura da polpa de melão e os diâmetros transversal e longitudinal dos frutos e o CO<sub>2</sub> afetou a espessura e a firmeza da polpa.

#### Referências

- BASILE, G. et al. Soil nutrient mobility response to irrigation with carbon dioxide enriched water. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, Monticello, v. 24, n. 11/12, p. 1183-1195, 1993.
- BHELLA, H.S. Muskmelon growth, yield, and nutrition as influenced by planting method and trickle irrigation. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, v. 110, n. 6, p. 793-796, 1985.
- BROWN, J.C. An evaluation of bicarbonate-induced iron chlorosis. *Soil Sci.*, Baltimore, v. 80, n. 5, p. 246-247, 1960.
- CARARO, D.C.; DUARTE, S.N. Injeção de CO<sub>2</sub> e lâminas de irrigação em tomateiro sob estufa. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 20, n. 3, p. 432-437, 2002.
- CASELLA, E. et al. Long-term effects of CO<sub>2</sub> enrichment and temperature increase on a temperature grass ward. I. Productivity and water use. *Plant Soil*, Dordrecht, v. 187, n. 1, p. 83-89, 1996.
- CHAUDHURI, U.N. et al. Root growth of winter wheat under elevated carbon dioxide and drought. *Crop Sci.*, Madison, v. 30, p. 853-857, 1990.
- D'ANDRIA, R. et al. Soil and plant nutrient modifications in response to irrigation with CO<sub>2</sub> enriched water on tomato. *Acta Hortic.*, Wageningen, n. 335, p. 557-562, 1993.
- FILGUEIRAS, H.A. et al. *Colheita e manuseio pós-colheita*. In: ALVES, R.E. Melão: Pós-colheita. Brasília: Embrapa, comunicação para transferência de tecnologia, 2000.
- GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. 14.ed. São Paulo: Nobel, 2000.
- GOVINDARAJAN, G.; POOVAIAH, B.H. Effect of root-zone carbon dioxide enrichment on ethylene of carbon assimilation in potato plants. *Plant Physiol.*, Bethesda, v. 55, p. 465-469, 1984.
- HALE, V.Q.; WALLACE, A. Bicarbonate and phosphorus in soybeans of iron chelated with ethylenediamine dihydroxyphenyl acetate. *Soil Sci.*, Baltimore, v. 80, n. 5, p. 241-245, 1960.

- IBRAHIM, A. Response of plant to irrigation with CO<sub>2</sub> enriched water. *Acta Hortic.*, Wageningen, n. 323, p. 205-214, 1992.
- KIMBALL, B.A. *et al.* *Progress research report 039*. Phoenix: United States Water Conservation Laboratory, 1986. 125p.
- MAUNEY, J.R.; HENDRIX, D.L. Responses of glasshouse grown cotton to irrigation with carbon dioxide-saturated water. *Crop Sci.*, Madison, v. 28, n. 5, p. 835-838, 1988.
- MAVROGIANOPOULOS, G.N. *et al.* Effect of carbon dioxide enrichment and salinity on photosynthesis and yield in melon. *Sci. Hortic.*, Amsterdam, v. 79, p. 61-63, 1999.
- MOORE, P.D. Potential for irrigation with carbon dioxide. *Acta Hortic.*, Wageningen, n. 278, p. 171-178, 1990.
- NOVERO, R. *et al.* Field-grown tomato response to carbonated water application. *Agron. J.*, Madison, v. 83, p. 911-916, 1991.
- PINTO, J.M. *et al.* Aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação na cultura do melão em ambiente protegido. *Eng. Agric.*, Sorocaba, v. 18, n. 3, p. 1-10, 1999.
- PINTO, J.M. *et al.* The effects of CO<sub>2</sub> applied through irrigation water on melon crop in protect cultivation. *Acta Hortic.*, Wageningen, n. 537, p. 267-272, 2000.
- PINTO, J.M. *et al.* Aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação em relação à produtividade do meloeiro. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 33-338, 2001.
- PRABHAKAR, B.S. *et al.* Yield and quality of muskmelon (cv. Haro madhu) in relation to spacing and fertilization. *Prog. Hortic.*, Chaubatia, v. 17, n. 1, p. 51-55, 1985.
- RAIJ, B. Van. *et al.* (Ed.) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p.181: Melão. (IAC. Boletim, 100).
- RHOADS, W.A.; WALLACE, A. Possible involvement of dark fixation of CO<sub>2</sub> in lime-induced chlorosis. *Soil Sci.*, Baltimore, v. 80, n. 5, p. 248-256, 1960.
- SILVA, H.R. *et al.* *Cultivo do meloeiro para o norte de Minas Gerais*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 22p. (Circular Técnica, 20)
- SOUSA, V. F. *et al.* *Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no meio norte do Brasil*. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1999. 68p. (Embrapa Meio-Norte. Circular técnica, 21).
- STOFFELLA, P.J. *et al.* Citrus rootstock and carbon dioxide enriched irrigation influence on seedling emergence, growth, and nutrient content. *J. Plant Nutr.*, Monticello, v. 18, n. 7, p. 1439-1448, 1995.
- STORLIE, C.A.; HECKMAN, J.R. Bell pepper yield response to carbonated irrigation water. *J. Plant Nutr.*, Monticello, v. 19, n. 10/11, p. 1477-1484, 1996.

Received on February 28, 2005.

Accepted on November 11, 2005.