

QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DE FRUTOS DE MELOEIRO RENDILHADO CULTIVADO SOB DIFERENTES ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE CO₂ VIA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO.

Boanerges S. D' Albuquerque Júnior¹; José Antonio Frizzone¹; Sergio Nascimento Duarte¹; Rafael Mingoti¹; Nildo da Silva Dias²; Valdemício Ferreira de Sousa²

¹Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, baslbuqu@esalq.usp.br

²Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

1 RESUMO

O melão tem se constituído em ótimo negócio para o Nordeste brasileiro. O Brasil passou a se destacar no cenário internacional, embora com registros de quedas nas exportações nos últimos anos. Sabe-se que nos últimos 100 anos a concentração de CO₂ na atmosfera vem aumentando. Pensando no que isso poderia representar para as plantas, nas últimas décadas se intensificaram os estudos com aplicação de CO₂ nas plantas via ambiente e via água. Frequentemente foram observados aumentos em crescimento de produção sob elevadas concentrações de CO₂ na atmosférica. Têm sido frequentes os estudos com dióxido de carbono (CO₂) na cultura do meloeiro com o intuito de tornar viável a relação custo/benefício, de modo a se tentar reduzir o número de aplicações e o volume de CO₂ aplicado por área cultivada, porém mantendo a produtividade quando se aplica o CO₂ durante todo o ciclo. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de uma dose de CO₂ aplicada em diferentes fases fenológicas da cultura do melão via água de irrigação por gotejamento subsuperficial sobre a qualidade pós-colheita de frutos de meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido. Os resultados mostram que a aplicação de CO₂ não alterou a qualidade dos frutos (Brix e pH), porém no tratamento 3 se observou uma menor acidez. A aplicação de CO₂ via água de irrigação nos períodos de frutificação (T₃) e do florescimento (T₁) proporcionaram aumentos na produção de melão em relação ao tratamento sem CO₂ (T₄), respectivamente; verificou-se um menor incremento do T₂ em relação ao T₄.

UNITERMOS: pós-colheita, subsuperficial, *Cucumis melo L.*

D' ALBUQUERQUE JÚNIOR, B. S.; FRIZZONE, J. A.; DUARTE, S. N.; MINGOTI, R.; DIAS, N. da S.; SOUSA, V. F. de. PHYSICAL AND CHEMICAL QUALITY OF MELON FRUITS UNDER DIFFERENT SET OF CO₂ APPLICATION THROUGH IRRIGATION WATER

2 ABSTRACT

Melon is turning into a big business for the northeast of Brazil that starts to stand out in the international scenery, although there has been a decrease in exportation in the last years. It is known that in the last 100 years the concentration of CO₂ in the atmosphere is increasing. Thinking about what that could represent for plants, in the last decades studies

of CO₂ application in plants through atmosphere and water have been intensified. Increases were frequently observed in production growth under high CO₂ concentrations in the atmosphere. Studies with CO₂ have become usual in melon production in order to make the cost/benefit relation viable, and to try to reduce the number of CO₂ applications and volume per cultivated area, but keeping productivity when CO₂ is applied during the whole cycle. The objective of this work was to study the effect of one single CO₂ rate, applied at different crop stages through water by a subsurface drip irrigation system, under post harvest quality in net melon fruits cultivated in greenhouse. Results showed that CO₂ application did not alter fruit quality (Brix and pH), but treatment 3 resulted in smaller acidity. Obtained data showed that CO₂ application through irrigation water for the fruiting (T₃) and flowering (T₁) treatments provided yield increases, respectively, when compared to untreated (T₄); the lowest yield increment was obtained by flowering plus fruiting T₂ when compared to T₄.

KEYWORDS: post harvest, dripping, *Cucumis melo L.*

3 INTRODUÇÃO

Na última década observou-se no Brasil um avanço no número de pesquisas na agricultura com a aplicação de CO₂ via água de irrigação, tanto no ar como no solo. Pode-se verificar tal ocorrência no Estado de São Paulo, principalmente no cultivo de olerícolas (D'Albuquerque Junior, 2004).

Na natureza existem dois principais grupos de plantas, conhecidas como C₄ e C₃. Um dos parâmetros mais importantes na diferenciação das plantas C₄ e C₃ refere-se à capacidade dos tecidos das espécies C₄ de concentrarem o CO₂ atmosférico nas células de produção de carboidratos, ou seja, nas células da bainha vascular (Ferri, 1985). Desta forma, as plantas do tipo C₄ apresentam alta eficiência fotossintética mesmo em condições de baixas concentrações de CO₂.

Por outro lado, de acordo com Stanev & Tsonev (1986), as plantas C₃ apresentam um aumento na taxa de fotossíntese com a elevação da concentração de CO₂. Segundo Ferri (1985), a alta eficiência fotossintética, apresentada pelas plantas C₄ se deve a capacidade destas espécies em capturar o CO₂ que vai ser perdido para a atmosfera durante o processo de fotorrespiração. Já nas plantas C₃ o CO₂ não aproveitado é perdido para a atmosfera durante o processo, diminuindo a capacidade fotossintética e ocasionando uma necessidade de suplementação na concentração de CO₂ para estas plantas.

O enriquecimento do ambiente com CO₂ minimiza os efeitos adversos da fotorrespiração, aumentando a fotossíntese líquida, a temperatura ótima para o crescimento e a absorção de nutrientes (Durão & Galvão, 1995). A concentração ótima de CO₂ para o desenvolvimento e produtividade parece estar entre 700 e 900 ppm e estes valores geralmente são recomendados para casa de vegetação. Concentrações superiores a 1000 ppm podem causar redução no desenvolvimento.

O uso de CO₂, sob forma de gás ou misturado à água de irrigação, melhora a qualidade das flores e frutos. O CO₂ reage com os cátions da solução do solo produzindo bicarbonatos, os quais são absorvidos pelas plantas (Smith et al. 1991). O CO₂ provoca ainda, redução do pH do solo, aumenta a disponibilidade de fósforo e cálcio na solução do solo e favorece a absorção de zinco e manganês. No algodão aumentou o crescimento vegetativo e o tamanho do capulho (Mauney & Hendrix, 1988).

Novero et al. (1991), constataram redução do pH, durante a irrigação com água carbonatada e Moore (1991), demonstraram a possibilidade do ácido carbônico reagir com carbonato de cálcio no solo, disponibilizando o cálcio em uma forma mais solúvel e prontamente disponível para as plantas.

Enoch & Olesen (1993) comentaram que, do CO₂ aplicado, somente 1 % permanece na forma ácido carbônico, o qual se transforma em HCO₃⁻ e CO₃⁼, reduzindo o pH da água, o restante permanece dissolvido na água e deixa o solo na forma de gás. Isso sugere que a importância maior do uso do CO₂ seja o enriquecimento da atmosfera. Entretanto, Storlie & Heckman (1996) sugeriram que o benefício potencial da água carbonatada seria a redução temporária do pH no solo, o que pode aumentar a disponibilidade de nutrientes para a planta.

Deste modo, objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos da aplicação de CO₂ via água de irrigação por gotejamento subsuperficial em diferentes fases fenológicas da cultura do melão rendilhado, sobre a qualidade a produção dos frutos, visando, desta forma, obter subsídios para definir critérios de manejo da aplicação de CO₂ para esta cultura.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em duas estufas agrícolas da área experimental da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP - Departamento de Engenharia Rural, situada no município de Piracicaba, SP, com Latitude 22° 42'30" S, Longitude 47° 38'00" W, e altitude de 580 m. Segundo Sentelhas (1998), a precipitação pluvial média anual é 1.278 mm, predominando aproximadamente 1000 mm de outubro a março e o restante de abril a setembro. A temperatura média mensal varia de 24,8 °C (verão) a 17,1 °C (inverno) com média anual de 21,4 °C e umidade relativa do ar média de 74 %.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 4 tratamentos e quatro repetições, totalizando 16 parcelas. Os tratamentos constaram de ausência de aplicação de CO₂ e presença de aplicação em 3 períodos distintos. Os períodos de aplicação de cada tratamento foram adotados como: início do florescimento, quando 80 % das flores masculinas estiveram abertas; início da frutificação, quando houve 80 % de pagamento de fruto e o início da maturação, quando o grau Brix atingiu 8 (Tabela 1).

Cada estufa recebeu dois blocos, sendo cada bloco constituído por seis canteiros de plantas, com 6 m de comprimento, composto por 16 plantas. A parcela útil possuía 7,5 m² e constava de 12 plantas. Enterrou-se as mangueiras à 15 cm de profundidade para que não houvesse a perda de dióxido de carbono para a atmosfera, afim de não mascarar a testemunha.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento

TRATAMENTOS	
T ₁	Aplicação de CO ₂ no início do florescimento até Início da frutificação
T ₂	Aplicação de CO ₂ início do florescimento até Início da maturação
T ₃	Aplicação de CO ₂ início da frutificação até Início da maturação
T ₄	Controle (sem CO ₂)

As mudas de melão rendilhado (*Cucumis melo* L. var *reticulatus* Naud.) híbrido Bônus n° 2 foram preparadas, em bandejas de poliestireno expandido com 128 células,

utilizando-se substrato organo-mineral, com uma semente por célula. A semeadura foi realizada no dia 10 de janeiro de 2003, e as mudas foram irrigadas duas vezes por dia até o transplântio, quando atingiram duas folhas definitivas.

As mudas foram transplantadas para a estufa no dia 30 de janeiro de 2003, utilizando-se espaçamento de 0,4 m entre plantas e 1,10 m entre linhas, resultando numa densidade de 22.727 plantas ha⁻¹. Nos primeiros 10 dias após o transplântio (DAT), a irrigação foi realizada com o auxílio de um regador para facilitar o pegamento das mudas.

A irrigação foi iniciada após a reposição da terra nas valetas, com o objetivo de acelerar o processo de reação química do calcário e do fosfato com o solo. As linhas de gotejadores pressurizadas foram enterradas a 0,15 m da superfície do solo. Foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento, constituído por gotejadores tipo RAM com vazão nominal de 2,3 Lh⁻¹ espaçados de 0,50 m. A primeira irrigação foi realizada 10 DAT, em tempo suficiente para proporcionar a formação de faixas molhadas no solo ao longo das fileiras de plantas, mantendo umidade próxima da capacidade de campo até 0,15 m de profundidade.

O manejo de irrigação foi feito com base em dados de umidade do solo, obtidos pela utilização de tensiômetros instalados a 0,10; 0,20 e 0,40 m de profundidade e de uma curva característica de retenção de água no solo. Foi estabelecido um turno de rega fixo de 2 dias e utilizadas as tensões médias nos tensiômetros a 0,10 e 0,20 m para se definir a quantidade de água a ser aplicada, suficiente para elevar o conteúdo de água do volume de solo úmido à capacidade de campo. O volume de água aplicado foi calculado a partir da curva característica de retenção da água no solo e das médias das leituras tensiométricas de cada estufa.

A operacionalização do sistema de fertirrigação ficou separada da injeção de CO₂ e os nutrientes foram injetados por uma bomba tipo paleta (0,5 cv), com um volume de calda conhecido. A fertirrigação foi iniciada quatro dias após o transplântio, com uma frequência de quatro dias. A solução fertilizante foi injetada durante aproximadamente 10 minutos a cada quatro dias. Durante o ciclo do meloeiro foram aplicados, em cobertura, 200 kg ha⁻¹ de N, na forma de Nitrato de Amônia (NH₄NO₃) até os 64 DAT e na forma de Nitrato de Potássio (KNO₃) até 72 dias após o transplântio. A dose de K₂O foi de 340 kg ha⁻¹, aplicada na forma de Nitrato de Potássio (KNO₃), até 72 DAT. A distribuição dos fertilizantes ao longo do ciclo do meloeiro foi realizada conforme a marcha de absorção da planta (Kano, 2002) nos diferentes estádios fenológicos (Tabela 2).

Tabela 2. Distribuição de nitrogênio e de potássio ao longo do ciclo do meloeiro

Estádio de desenvolvimento (DAT)	Fração de N _{total} (%)	Fração de K _{total} (%)
0 – 18	4,52	3,47
19 – 43	36,13	34,70
44 – 65	45,80	38,17
66 – 72	13,55	23,66
73 – 86	-	-

Para se obter as características relacionadas à qualidade química dos frutos, foram selecionados dois frutos representativos de cada parcela. As características químicas avaliadas foram: teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) dos frutos, por refratometria; pH, através de peagâmetro digital e acidez total titulável (ATT), obtida pela titulação com NaOH 0,01 N sobre a diluição de 20 mL de suco do fruto em 20 mL de água destilada,

usando como indicador fenolftaleína (Instituto Adolfo Lutz, 1985). Além disso, foi calculada a relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez total para avaliar o estado de maturação e palatabilidade dos frutos. Para as análises físicas, foram utilizados todos os frutos da área útil da parcela. As características avaliadas relacionadas às propriedades físicas foram: o peso médio de frutos total (g fruto^{-1}), obtido pelo somatório do peso total de cada parcela dividida pelo número de frutos da parcela; altura e diâmetro dos frutos (mm), determinados com o auxílio de um paquímetro digital.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pôde-se observar, pela análise de variância, um efeito significativo a 1% de probabilidade para peso médio dos frutos comerciais (Figura 1), e em relação ao diâmetro e comprimento dos frutos (Figura 2), a análise de variância não revelou efeito significativo ($p < 0.05$) das épocas de aplicação de CO_2 .

Verifica-se na Figura 1 que o peso médio dos frutos para os tratamentos T₃, T₁, T₂ e T₄ obtidos foram 2,03; 2,02; 1,85 e 1,66 kg planta^{-1} , respectivamente. Kano (2002), estudando os efeitos de diferentes dosagens de CO_2 na cultura do meloeiro, obteve valores de peso médio de frutos de 1,8 kg planta^{-1} e 0,8 kg planta^{-1} com e sem aplicação de CO_2 , respectivamente, sendo estes inferiores aos encontrados no presente estudo.

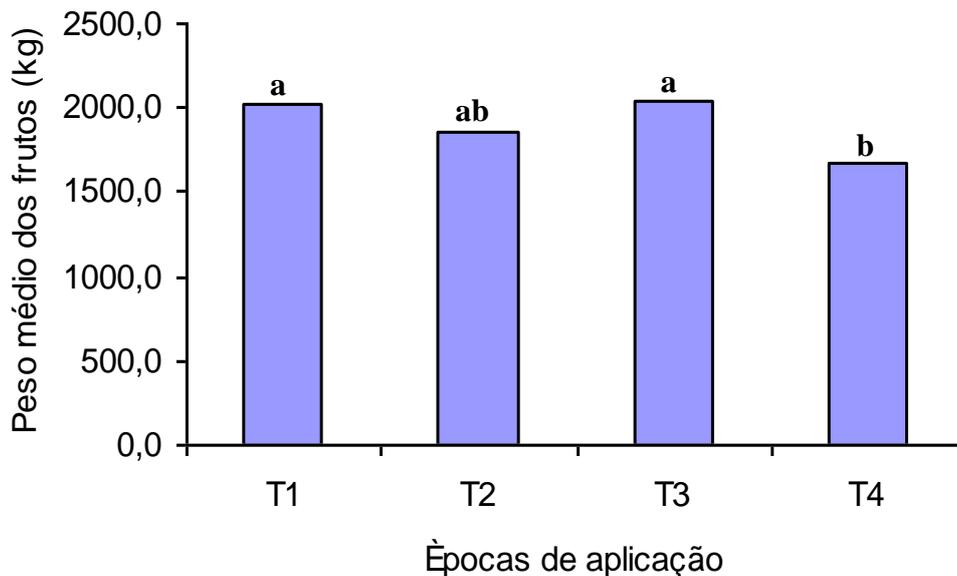


Figura 1. Média dos pesos dos frutos comerciais do melão, para diferentes épocas de aplicação de CO_2 .

O tratamento que obteve maior peso médio resultou em menor comprimento e diâmetro, enquanto que o tratamento que resultou em menor peso médio apresentou maior diâmetro e comprimento (Figura 2). Já Cardoso (2002), não encontrou correlação entre produção e diâmetro e/ou comprimento, entretanto os valores encontrados de comprimento e diâmetro pelo autor foram superiores, e nem assim proporcionaram maior peso médio, quando comparado aos valores encontrados neste trabalho.

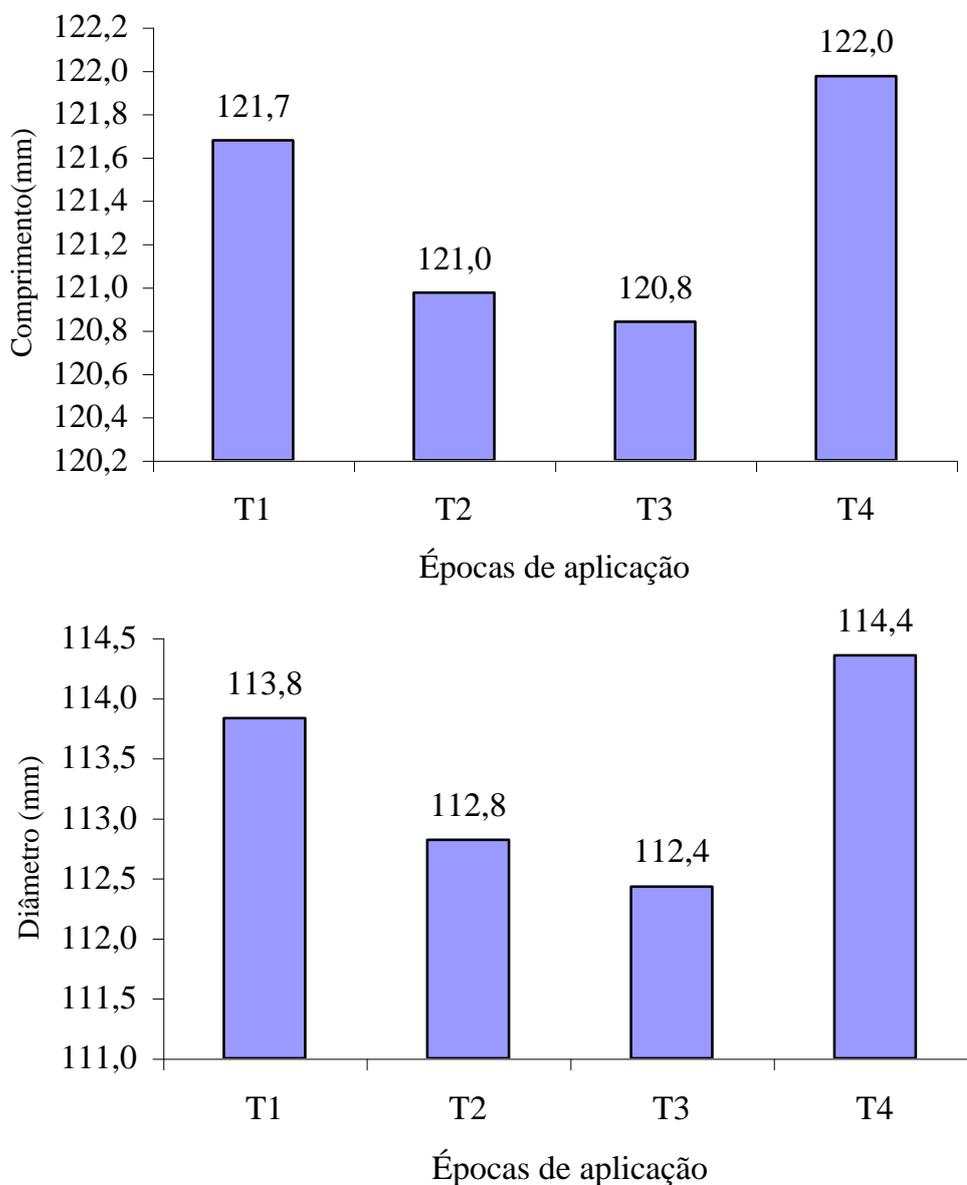


Figura 2. Média dos diâmetros e comprimentos dos frutos comerciais no meloeiro, para diferentes épocas de aplicação.

Não se observa efeito significativo das diferentes épocas de aplicação de CO₂ sobre as variáveis pH e °Brix, enquanto que, para a acidez total titulável, houve efeito significativo do tratamento T₃ em relação ao T₂ e T₄ ($p < 0,01$). Na Tabela 3 verifica-se que para o tratamento T₂, em que se observa a menor acidez também se verifica o menor pH e o menor ° Brix. Entretanto, onde ocorreu a maior acidez não se observa essa mesma tendência.

Quanto ao pH da polpa, observa-se que o tratamento que não recebeu CO₂ obteve o maior pH e maior °Brix., enquanto que o tratamento que recebeu o CO₂, durante o florescimento e frutificação, apresentou o menor pH e o menor °Brix.

Tabela 3. Valores médios para °Brix, pH e AcT para as diferentes épocas de aplicação de CO₂ ao longo do ciclo do meloeiro.

Tratamento	Variáveis		
	°Brix*	pH*	AcT (%)*
T ₁	12,16a	6,03a	0,135ab
T ₃	12,0a	6,06a	0,154a
T ₂	10,33a	5,99a	0,118b
T ₄	12,45a	6,12a	0,124b
CV(%)	11,58	1,83	8,28

* Para cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra não diferiram entre si, à 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

6 CONCLUSÕES

- A aplicação do CO₂ para os tratamentos na frutificação (T₃) e florescimento (T₁) contribuíram para incrementos da produção de melão de 18 % e 17 % em relação ao tratamento sem CO₂ (T₄); os tratamentos T₃ e T₁ proporcionaram 10 % de incremento em relação ao tratamento florescimento mais frutificação (T₂); o menor incremento foi de 8,8 % do T₂ em relação ao T₄.
- A aplicação de CO₂ não alterou o desenvolvimento vegetativo das plantas e nem a qualidade dos frutos (Brix e pH), apenas no tratamento 3 observou-se uma menor acidez.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baker, R. Trichoderma spp, as plant-growth stimulants. **Critical Reviews in Biotechnology**, v.7, n.2, p.97-106, 1988.
- Cardoso, S. da S. **Doses de CO₂ aplicadas através da irrigação no meloeiro rendilhado (Cucumis melo L.) cultivado em ambiente protegido**. 2002. 101f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- D' Albuquerque Junior, B.S. **Efeito da aplicação de co₂ na água de irrigação em diferentes fases fenológicas da cultura do melão (cucumis melo l. var. reticulatus) cultivado em ambiente protegido**. 2004. 102f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- Durão, P.L.; Galvão, A.C. Gás carbônico em irrigação. **Ciência Hoje**, v.19, suplemento n.110, 1995.
- Enoch, H.Z.; Olesen, J.M. Plant response to irrigation with water enriched with carbon dioxide. **New Phytology**, v.125, n.54, p.249-258, 1993.
- Ferri, M. G. **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. São Paulo: Epu, 1985.

Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do IAL: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3. ed. São Paulo, 1985.

Kano, C. **Extração de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido com adição de potássio e CO₂ na água de irrigação**. 2002. 102f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

Mauney, J.R.; Hendrix, D.L. Responses of glasshouse grown cotton to irrigation with carbon dioxide-saturated water. **Crop Science**, v.28, n.5, p.835-838, 1988.

Moore, F.D. Potential for irrigation with carbon dioxide. **Acta Horticulturae**, Colorado, n.278, p. 168-175, 1991.

Novero, R.; et al. Field-grown tomato response to carbonated water application. **Agronomy Journal**, Colorado, v.5, n.83, p.911-116, 1991.

Sentelhas, P.C. **Estimativa diária da evapotranspiração de referência com dados de estação meteorológica convencional e automática**. 1998. 97f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo Piracicaba, 1998.

Smith, D. H. et al. Field-grown tomato response to carbonated water application. **Agronomy Journal**, v.93, n.5, p.911-916, 1991.

Stanev, V. P.; Tsonev, T.D. Carbon Dioxide Enrichment of Greenhouse Crops. **Status and CO₂ Sources**, v.1, p. 35 – 48, 1986.

Storlie, C.A.; Heckman, J.R. Soil, plant, and canopy responses to carbonated irrigation water. **HortTechnology**, Davis, v.6, n.2, p.111-114, 1996.