

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE CO<sub>2</sub> NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO EM  
DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS DA CULTURA DO MELÃO  
(*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*) CULTIVADO EM AMBIENTE  
PROTEGIDO**

**BOANERGES SIQUEIRA D' ALBUQUERQUE JUNIOR**

Dissertação apresentada à Escola  
Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,  
Universidade de São Paulo, para a obtenção do  
Título de Mestre em Agronomia. Área de  
Concentração: Irrigação e Drenagem.

**P I R A C I C A B A**  
Estado de São Paulo – Brasil  
Outubro - 2003

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE CO<sub>2</sub> NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO EM  
DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS DA CULTURA DO MELÃO  
(*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*) CULTIVADO EM AMBIENTE  
PROTEGIDO**

**BOANERGES SIQUEIRA D' ALBUQUERQUE JUNIOR**

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **JOSÉ ANTONIO FRIZZONE**

Dissertação apresentada à Escola  
Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",  
Universidade de São Paulo, para a obtenção do  
Título de Mestre em Agronomia. Área de  
Concentração: Irrigação e Drenagem.

**PIRACICABA**

Estado de São Paulo – Brasil

Outubro - 2003

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

D'Albuquerque Junior, Boanerges Siqueira

Efeito da aplicação de CO<sub>2</sub> na água de irrigação em diferentes fases fenológicas da cultura do melão (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*) cultivados em ambientes protegidos / Boanerges Siqueira D'Albuquerque Junior. - - Piracicaba, 2003.  
65 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.  
Bibliografia.

1. Estufas 2. Fertirrigação 3. Fisiologia vegetal 4. Gás carbônico 5. Irrigação por gotejamento I.  
Titulo

CDD635.61

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

A DEUS, que pela fé a ele dedicada, sempre me proporcionou forças para vencer as etapas da vida

## AGRADEÇO

A meus pais, Boanerges e Leni que nunca esqueceram e sempre dedicaram esforços para a saúde e educação de seus filhos, e aos meus irmãos Lindemberg, Lyana e lydiana pela grande amizade e carinho

## MINHA HOMENAGEM

A minha esposa Cristiane e as minhas duas filhas Amanda e Andressa, por saber esperar e confiar no meu amor

## OFEREÇO E DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelas alegrias proporcionadas e por estar sempre presente, me auxiliando na superação dos momentos mais difíceis;

Ao Departamento de Engenharia Rural pertencente à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” por ter concedido a oportunidade de cursar o mestrado e desenvolver este trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao professor José A. Frizzone pela sua brilhante e indiscutível orientação no decorrer do curso;

Aos professores, Sérgio Nascimento Duarte, Tarlei Botrel e Rubens Coelho pelas valiosas sugestões e ensinamento e aos demais professores que contribuíram na formação acadêmica;

Aos pesquisadores da EMBRAPA-Meio Norte Valdemício Ferreira de Sousa e Aderson Soares de Andrade Junior pela amizade, ensinamentos e indicação ao curso de Mestrado;

Aos funcionários Hélio de T. Gomes, Antonio Gozzo, Cesar Rocha, Gilmar B. Grigolon, Osvaldo Rettore pela disposição em auxiliar nos trabalhos de campo;

À coordenação, aos professores e aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pela amizade e pelo incremento científico dedicados;

Ao grupo de prática em irrigação e drenagem - (GPID), Rafael Mingoti, Eduardo Bicego, Rafael Arruda, Luciana Montebello, Ronaldo Amado, Mateus Loureção, Itamar Prada Neto, Alex Villa, Levy Lobato;

Aos amigos do curso de pós-graduação pelo convívio e respeito;

Aos Doutorandos Nildo da Silva Dias e Carmelo Machado pela amizade e ajuda durante o curso;

Aos funcionários do LER/ESALQ/USP pelos auxílios prestados;

Finalmente, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso deste trabalho.

## **A TERRA**

Eu sou a terra, eu sou a vida  
Do meu barro primeiro veio o homem.  
De mim veio a mulher e veio o amor.  
Veio a árvore, veio a fonte.  
Vem o fruto e vem a flor.  
Eu sou a fonte original de toda a vida  
Sou o chão que se prende a sua casa.  
Sou a telha da coberta de teu lar.  
A mina constante de teu poço.  
Sou a espiga generosa do teu gado.  
E certeza tranqüila ao teu esforço.  
Sou a razão de tua vida.  
De mim vieste pela mão do criador.  
E a mim tu voltarás no fim da vida.  
Só em mim acharás descanso e paz.  
Eu sou a grande mãe universal.  
Tua filha, tua noiva e desposada.  
A mulher e o vento que fecundam  
Sou a gleba, a gestação, eu sou o amor.

**(CORA CORALINA)**

## SUMÁRIO

|  | Página |
|--|--------|
| LISTA DE FIGURAS .....   | ix     |
| LISTA DE TABELAS .....   | xi     |
| RESUMO .....   | xii    |
| SUMMARY .....  | xiv    |
| 1 INTRODUÇÃO.....  | 1      |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA .....                                    | 4      |
| 2.1 Aspectos gerais da cultura.....                              | 4      |
| 2.2 Importância do dióxido de carbono na fotossíntese .....      | 5      |
| 2.3 Efeito da aplicação de CO <sub>2</sub> sobre as plantas..... | 6      |
| 2.4 Fertirrigação.....   | 11     |
| 2.5 Irrigação subsuperficial.....                                | 12     |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS .....                                       | 15     |
| 3.1 Localização e características da área experimental.....      | 15     |
| 3.2 Delineamento experimental e Tratamentos.....                 | 15     |
| 3.3 As estufas .....   | 17     |
| 3.4 Características do solo dos canteiros .....                  | 18     |
| 3.5 Condução das Mudas .....                                     | 20     |
| 3.5.1 Mudas.....   | 20     |
| 3.5.2 Transplântio das Mudas .....                               | 20     |
| 3.5.3 Sistema de Condução .....                                  | 21     |



|  |    |
|--|----|
| 3.6 Polinização .....  | 21 |
| 3.7 Controle Fitossanitário .....                              | 22 |
| 3.8 Irrigação .....  | 22 |
| 3.9 Fertirrigação .....  | 24 |
| 3.9.1 Aplicação de Fertilizantes .....                         | 24 |
| 3.9.2 Aplicação de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) ..... | 25 |
| 3.10 Parâmetros avaliados .....                                | 25 |
| 3.10.1 Elementos Morfológicos .....                            | 25 |
| 3.10.2 Produtividade .....                                     | 26 |
| 3.10.3 Avaliação da qualidade dos frutos .....                 | 27 |
| 3.10.4 Variação do pH do solo .....                            | 28 |
| 3.10.5 Eficiência do uso da água .....                         | 28 |
| 3.10.6 Análise econômica .....                                 | 29 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                 | 30 |
| 4.1 Características da cultura, estádios fenológicos .....     | 30 |
| 4.2 Dados meteorológicos .....                                 | 31 |
| 4.2.1 Temperatura do ar .....                                  | 31 |
| 4.2.2 Umidade relativa do ar .....                             | 32 |
| 4.2.3 Radiação solar .....                                     | 33 |
| 4.3 Manejo da irrigação .....                                  | 34 |
| 4.4 Manejo da fertirrigação .....                              | 38 |
| 4.5 Aplicação do dióxido de carbono .....                      | 41 |
| 4.6 Características Morfológicas .....                         | 41 |
| 4.6.1 Variáveis de Crescimento .....                           | 41 |
| 4.7 Aspectos produtivos .....                                  | 45 |
| 4.7.1 Índice de aproveitamento comercial da produção .....     | 47 |
| 4.8 Características físicas dos frutos comerciais .....        | 48 |
| 4.8.1 Diâmetro e comprimento .....                             | 48 |
| 4.9 Características químicas dos frutos comerciais .....       | 50 |
| 4.10 Eficiência do uso d água .....                            | 50 |
| 4.11 Variação do pH .....                                      | 51 |
| 4.12 Análise econômica .....                                   | 52 |
| 5 CONCLUSÕES .....   | 55 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                               | 56 |

## LISTA DE FIGURAS

|   | Página |
|---|--------|
| 1 Efeito do pH na disponibilidade dos nutrientes e na solubilidade do alumínio .....  | 10     |
| 2 Detalhes das estufas .....  | 16     |
| 3 Vista das duas estufas utilizadas no experimento .....  | 17     |
| 4 A esquerda um CR10X usado para guardar as informações climáticas, e a direita um psicrômetro .....  | 18     |
| 5 Curva de retenção de água no solo.(Silva et al.,2001a).....   | 20     |
| 6 Vista da colméia dentro da estufa .....   | 21     |
| 7 Uma bomba tipo palheta (0,5cv), usada para irrigação e aplicação de fertilizantes   | 24     |
| 8 Relação entre área foliar do meloeiro medida pelo LI-3100 e área do retângulo resultante das medidas de comprimento e largura da folha..... | 26     |
| 9 Equipamentos utilizados nas análises físicas e químicas: (a) paquímetro; (b) refratômetro; (c) peagâmetro.....                              | 27     |
| 10 Medidor de pH portátil, usado para realizar a medição pontual.....   | 28     |
| 11 Variação das temperaturas do ar máxima, mínima e média, durante o ciclo do meloeiro em condições protegidas.....                           | 32     |
| 12 Variação da umidade relativa do ar média, observada durante o ciclo do meloeiro em condições protegidas.....                               | 33     |
| 13 Valores diários da radiação líquida, observada durante o ciclo do meloeiro em condições protegidas.....                                    | 34     |
| 14 Variação do potencial mátrico de água no solo, a 0,10m (a), 0,20m (b) e a 0,30m(c) de profundidade, durante o ciclo do meloeiro.....       | 36     |
| 15 Evapotranspiração média estimada pelo método de Penman.....  | 37     |
| 16 Lâminas de água aplicada, para a cultura do meloeiro, em ambiente protegido com aplicação de CO <sub>2</sub> .....                         | 37     |
| 17 Variação da CE para a cultura do meloeiro, em ambiente protegido.....  | 39     |
| 18 Variação da pH para a cultura do meloeiro, em ambiente protegido.....  | 40     |
| 19 Variação da NO <sub>3</sub> para a cultura do meloeiro, em ambiente protegido.....   | 40     |
| 20 Doses aplicadas e doses- meta de CO <sub>2</sub> , aplicadas a cada quatro dias.....   | 41     |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 21 | Varição da altura média das plantas em função das épocas de aplicação de CO <sub>2</sub> .....                           | 42 |
| 22 | Varição do crescimento médio do diâmetro do caule das plantas em função das épocas de aplicação de CO <sub>2</sub> ..... | 43 |
| 23 | Varição do crescimento médio da área foliar das plantas em função das épocas de aplicação de CO <sub>2</sub> .....       | 45 |
| 24 | Média dos diâmetros e comprimentos dos frutos comerciais no meloeiro, para diferentes épocas de aplicação.....           | 49 |
| 25 | Valores de eficiência de uso de água, para diferentes épocas de aplicação.   | 51 |

## LISTA DE TABELAS

|  | Página |
|--|--------|
| 1 Tratamentos utilizados no experimento.....   | 16     |
| 2 Quadro de análise de variância   | 17     |
| 3 Características físicas do solo da camada de 0-0,3m utilizadas nos canteiros .....   | 18     |
| 4 Composição química do solo antes(AC) e depois(DC) da correção: pH, matéria orgânica (M.O.), macronutrientes ( P, K, Ca, Mg), alumínio trocável (AL), soma das bases (V) e saturação de alumínio (m)..... | 19     |
| 5 Composição química do solo antes(AC) e depois(DC) dos micronutrientes: Boro (B), Cobre (Cu),Ferro (Fe), Manganês(Mn) e Zinco (Zn).....   | 19     |
| 6 Uniformidade do sistema de irrigação antes e depois do cultivo do meloeiro .....   | 23     |
| 7 . Distribuição de nitrogênio e de potássio ao longo do ciclo do meloeiro.  | 25     |
| 8 Produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PNC),número de frutos por planta (NFP), peso médio dos frutos (PMF), em meloeiro cultivado em ambiente protegido.....                         | 45     |
| 9 Brix, pH da polpa e acidez total do sulco em meloeiro cultivado.....   | 50     |
| 10 Estimativa de custo de produção para 224 m <sup>2</sup> de estufa de melão Bônus n <sup>o</sup> 2, para região de Piracicaba, SP.....   | 53     |
| 11 Análise econômica para o melão em estufa (224m <sup>2</sup> ) para a região de Piracicaba.....  | 54     |

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE CO<sub>2</sub> NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO EM  
DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS DA CULTURA DO MELÃO  
(*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*) CULTIVADO EM AMBIENTE  
PROTEGIDO**

Autor: BOANERGES S. D' ALBUQUERQUE JUNIOR

Orientador: : Prof. Dr. JOSÉ ANTONIO FRIZZONE

**RESUMO**

Sabe-se que nos últimos 100 anos a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera vem aumentando devido ao aumento da atividade do homem em emitir mais de 8 bilhões de toneladas anuais de gás carbônico. Pensando no que isso poderia representar para as plantas, nas últimas décadas se intensificaram os estudos com aplicação de CO<sub>2</sub> nas plantas via ambiente e via água. Frequentemente foram observados aumentos em crescimento de produção sob elevadas concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosférica. O melão tem se constituído em ótimo negócio para o Nordeste brasileiro. O Brasil passou a destacar-se no cenário internacional, embora com registros de quedas nas exportações nos últimos anos. Procurando-se melhorar os estudos com aplicação gás carbônico CO<sub>2</sub> com o intuito de torna viável a aplicação, ou seja, diminuir a relação Custo/Benefício procurou-se diminuir número de aplicações e o volume de CO<sub>2</sub> por ha<sup>-1</sup> mantendo-se a produtividade daquelas aplicadas durante todo o ciclo. O objetivo deste

trabalho foi estudar o efeito de uma dose de ( $\text{CO}_2$ ) em diferentes fases fenológico da cultura do melão aplicadas via água de irrigação por gotejamento subsuperficial, na, qualidade, produtividade, do meloeiro cultivado em ambiente protegido. Para isso, foi conduzido um experimento em duas estufas de 112 m<sup>2</sup> cada, estudando-se o efeito na aplicação de  $\text{CO}_2$  aplicada via água de irrigação no florescimento, na frutificação e no florescimento mais frutificação, além de uma testemunha na qual não houve aplicação de  $\text{CO}_2$ . O delineamento experimental para o efeito das épocas foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. A irrigação foi realizada utilizando-se o sistema de irrigação por gotejamento, sendo estes enterrados a 15cm de profundidade, e manejados por tensiômetros. A aplicação do gás foi realizada por intermédio de um cilindro de  $\text{CO}_2$  comercial e injetadas por diferença de pressão, durante o tempo necessário à aplicação da dose pré-estabelecida. Os resultados obtidos revelaram que a aplicação de  $\text{CO}_2$  via água de irrigação para os tratamentos na frutificação (T3) e florescimento (T1) proporcionou aumentos de 18%,17% em relação ao tratamento sem  $\text{CO}_2$  (T4), o menor incremento foi de 8,8% do T2 em relação ao T4.

**EFFECT OF CO<sub>2</sub> APPLICATION THROUGH IRRIGATION WATER AT  
DIFFERENT CROP STAGES IN MELON (*Cucumis melo* L. VAR. *Reticulatus*)  
PLANTED IN GREENHOUSE.**

Author: BOANERGES S. D` ALBUQUERQUE JÚNIOR

Adviser: : Prof. Dr. JOSÉ ANTONIO FRIZZONE

**SUMMARY**

It is known that in the last 100 years the carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) concentration in the atmosphere is increasing due to the increase in human activity in emitting more than eight million tons yearly of carbon dioxide. Thinking on what this could mean for plants, studies had intensified in the last decades with CO<sub>2</sub> application to plants through environment and water. Frequently, increases in yield were observed under high CO<sub>2</sub> concentration at atmosphere. Melon is turning into a big business for the northeast of Brazil. Brazil starts to stand out at the international scenery, beside records of export dropping in the last years. Trying to improve the studies with CO<sub>2</sub> application, to minimize the cost benefit relationship and this way make it viable economically by diminishing the number of application and volume of CO<sub>2</sub> per hectare maintaining the yield obtained by those applied through out year. The objective of this work was to study the effect of one single rate of CO<sub>2</sub> applied at different crop stages through water by a subsurface drip irrigation system, at the yield and quality, of melon cultivated in greenhouse. For that, an experiment was led in two greenhouses of 112 m<sup>2</sup> each, being studied the effect of CO<sub>2</sub> applied at flowering, at fruiting, and at flowering plus fruiting, besides an untreated plot with no application of CO<sub>2</sub>. The experimental design was for

timing was randomized blocks with four replications. Irrigation was realized by a subsurface dripping irrigation system, which was positioned at 15 cm depth, and managed by tensionmeters. The CO<sub>2</sub> injection, was provided by a commercial cylinder, and was done by pressure differential. Application time was that one the necessary time to apply the pre -established rate. Obtained data showed that the application of CO<sub>2</sub> through irrigation water for the fruiting (T3) and flowering (T1) treatments provided yield increases of 18% and 17% respectively when compared to untreated (T4), the lowest yield increment was obtained by flowering plus fruiting (T2) compared to untreated.



## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil das últimas décadas teve-se um avanço no número de pesquisas com CO<sub>2</sub>, tanto no ambiente como no solo, via água de irrigação. Apesar do maior conhecimento adquirido relacionado ao enriquecimento do ambiente com CO<sub>2</sub> em diferentes condições de temperatura e umidade do ar, bem como sobre a causa dos danos provocados às plantas quando submetidas a altas concentrações de CO<sub>2</sub>, muitos aspectos relacionadas a ecofisiologia e processo de trocas de CO<sub>2</sub> pelas plantas, doses, tempo e hora de aplicação mais apropriadas, precisam ser esclarecidos.

A pesquisa científica desenvolvida nas últimas três décadas verificou que a elevação artificial da concentração de CO<sub>2</sub> no microclima criado pela massa dos vegetais, elimina parcial ou totalmente o processo de fotorrespiração, evitando perda de CO<sub>2</sub> pela planta e incrementando assim a absorção.

A fertilização pelo enriquecimento da água e do ar com CO<sub>2</sub> baseia-se no fato de que alguns processos fisiológicos e bioquímicos são beneficiados por este gás, causando respostas positivas com relação à produtividade em várias espécies utilizadas na agricultura. Nos últimos anos as pesquisas com enriquecimento da água com CO<sub>2</sub> via solo tem mostrado que as perdas com o gás são menores, e que este quando em contato com o solo reage tornando-se ácido carbônico, este por sua vez baixa o pH do solo temporariamente, disponibilizando alguns micronutrientes para as plantas, o que isto explica o aumento da produtividade das plantas.

A fertilização carbônica incrementa a atividade metabólica da planta, aumentando sua absorção total do CO<sub>2</sub> e seu vigor; aumenta a floração e frutificação, o que significa produtividade e de melhor qualidade.

A concentração ótima de CO<sub>2</sub> para o desenvolvimento e produtividade parece estar entre 700 e 900 ppm (partes por milhão) e estes valores geralmente são recomendados para casa de vegetação. Concentrações superiores a 1000 ppm podem causar redução no desenvolvimento. A eficiência fotossintética é maior no horário da manhã, entre 8:00 e 10:00 h, e também entre as 14:00 e 16:00 h, períodos nos quais ocorrem picos de absorção de CO<sub>2</sub>.

A concentração normal desse gás na atmosfera é de aproximadamente 340 ppm (partes por milhão). Considera-se que essa concentração é pouco adequada para o pleno funcionamento do processo fotossintético nos vegetais.

A aplicação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) vem sendo usada desde o final século passado no cultivo de espécies ornamentais. Essa aplicação de gás carbônico via solo nas culturas tende a melhorar o metabolismo e o equilíbrio hormonal nas plantas, aumenta a disponibilização e absorção de nutrientes resultando em plantas mais produtivas, mais resistentes a doenças e ao ataque de pragas, gerando frutos de melhor qualidade.

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

Enoch & Olesen, (1993) comentaram que, do CO<sub>2</sub> aplicado, somente 1% na forma ácido carbônico, o qual se transforma em HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e CO<sub>3</sub><sup>=</sup>, 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 CO<sub>2</sub> seja o enriquecimento da atmosfera. Entretanto Storlie & Heckman (1996b) sugeriram que o benefício potencial da água carbonatada seja a redução temporária do pH no solo, o que disponibilizaria nutrientes para a planta. Baker, (1988) citou que outro benefício da redução do pH seria o aumento da atividade de certos microorganismos do solo.

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de uma dose de (CO<sub>2</sub>) em diferentes fases fenológico da cultura do melão aplicadas via água de irrigação por

gotejamento subsuperficial, na qualidade e produtividade, do meloeiro cultivado em ambiente protegido.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Aspectos gerais da cultura**

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma olerícola originária da África e Ásia. Sua introdução no Brasil foi feita pelos imigrantes europeus e seu cultivo teve início em meados da década de sessenta no Rio Grande do Sul. Até esse período, todo melão comercializado e consumido no Brasil era proveniente da Espanha. A partir da década de sessenta, a exploração da cultura tomou grande impulso inicialmente no estado de São Paulo, estendendo-se posteriormente para as regiões Norte e Nordeste, atingindo seu apogeu em termos de área plantada e produção a partir de meados da década de oitenta a meados de noventa. O melão tem se constituído em ótimo negócio para o Nordeste brasileiro. Após o avanço das explorações nos Vales de São Francisco, Açu e em Mossoró para fins de exportação, o Brasil passou a destacar-se no cenário internacional (Costa & Pinto, 1977 citados por Sousa et al., 1999).

Pertence a família Cucurbitaceae, ao gênero *Cucumis* e a espécie *Cucumis melo* L. É uma planta anual, herbácea, rasteira, de haste sarmentosa que apresenta sistema radicular com crescimento abundante nos primeiros 30 cm de profundidade de solo. Suas folhas são de tamanho e forma bastante variados. Quanto à presença de flores, as plantas podem ser monóicas, ginóicas ou, na sua maioria, andromonóicas (presença de flores masculinas e hermafroditas). Os frutos são bastante variados, tanto com relação ao tamanho, que podem ter de 100g até vários quilogramas, como com relação ao formato (achatado, redondo ou cilíndrico).

A casca pode ser lisa, ondulada ou rendilhada e de várias cores (branca, preta, amarela, verde, marrom). A polpa quanto a sua textura pode ser crocante ou dissolvente,

e de coloração branca, verde, salmão ou vermelha, apresentando ou não um cheiro bastante característico, determinado pela coloração da polpa, que quanto mais avermelhada esta for, maior a intensidade do cheiro.

Apresenta grande diversidade de variedades botânicas e para o cultivo protegido podemos dividir os cultivares mais plantados no Brasil em três grupos: Melão Valenciano Amarelo (*Cucumis melo* var. *inodorus*), Melão Prince, Melão Sun Rise (*Cucumis melo* var. *cantalupensis*), Melão Rendilhado (*Cucumis melo* var. *reticulatus* Naudin) (Brandão Filho & Vasconcellos, 1998).

O meloeiro é uma cucurbitácea das mais exigentes em solo, principalmente no que diz respeito a fertilidade e a ausência de acidez (Filgueira, 1981). A cultura do melão não tolera solos ácidos. Bernardi (1974), relata que, quando o meloeiro se desenvolve em solos com pH abaixo de 6, as plantas têm crescimento deficiente e são incapazes de manter sua folhagem até o completo desenvolvimento dos frutos. Araújo (1980), menciona que solos semi-ácidos favorecem o desenvolvimento do cancro das hastes, sendo o pH ideal para a cultura, acima de 6,4. Filgueira (1981) relata que, de acordo com observações realizadas nas regiões produtoras do Brasil, a cultura prospera melhor com o pH na faixa de 6,4 a 7,2, sendo desaconselháveis o plantio em terrenos com grau de acidez fora desses limites.

## **2.2 Importância do dióxido de carbono na fotossíntese**

O carbono constitui aproximadamente 45% da matéria seca dos vegetais, sendo sua principal fonte o CO<sub>2</sub> atmosférico. A concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera é de aproximadamente 350 μmol . mol<sup>-1</sup> (Hunsaker et al., 1996). Numa projeção de 80 anos, a partir de 1940, Galmmo et al (1985), espera que se alcance uma concentração de CO<sub>2</sub> de 600 μmol mol<sup>-1</sup>.

As plantas possuem capacidade de absorver o CO<sub>2</sub> atmosférico durante a fotossíntese e transformá-lo em carboidratos, através de processos fisiológicos que ocorrem no interior dos tecidos (Durão & Galvão, 1995).

Na natureza existem dois principais grupos de plantas, conhecidas como  $C_4$  e  $C_3$ . Um dos parâmetros mais importantes na diferenciação das plantas  $C_4$  e  $C_3$  refere-se à capacidade dos tecidos das espécies  $C_4$  de concentrarem o  $CO_2$  atmosférico nas células de produção de carboidratos, ou seja, nas células da bainha vascular (Ferri, 1985). Desta forma, as plantas do tipo  $C_4$  apresentam alta eficiência fotossintética mesmo em condições de baixas concentrações de  $CO_2$ .

Por outro lado, de acordo com Stanev & Tsonev (1986), as plantas  $C_3$  apresentam um aumento na taxa de fotossíntese com a elevação da concentração de  $CO_2$ . Segundo Ferri (1985), a alta eficiência fotossintética, apresentada pelas plantas  $C_4$  se deve a capacidade destas espécies em capturar o  $CO_2$  que vai ser perdido para a atmosfera durante o processo de fotorrespiração. Já nas plantas  $C_3$  o  $CO_2$  não aproveitado é perdido para a atmosfera durante o processo, diminuindo a capacidade fotossintética e ocasionando uma necessidade de suplementação na concentração de  $CO_2$  para estas plantas.

De acordo com Mudrik et al. (1997), a concentração de  $CO_2$  afeta os processos fisiológicos essenciais para a produtividade das plantas, principalmente o metabolismo, a transpiração e a produção de biomassa. Em decorrência das perdas de  $CO_2$  apresentadas pelas plantas  $C_3$ , durante a fotorrespiração, que ocasionam uma menor taxa fotossintética e proporcionam uma diminuição na produção, pode ser vantajoso complementar artificialmente o  $CO_2$  para estas espécies.

### **2.3 Efeito da aplicação de $CO_2$ sobre as plantas**

A aplicação artificial de  $CO_2$  já vem sendo utilizada há mais de 100 anos no desenvolvimento das culturas (Saussure, 1804). Avanços tecnológicos na área de irrigação e carbonatação da água fizeram da fertilização com  $CO_2$  uma opção viável sob o ponto de vista técnico e econômico. É uma tecnologia promissora para a agricultura nacional, forte aliada do processo de produção, principalmente na floricultura e fruticultura irrigada (Durão & Galvão, 1995).

O enriquecimento do ambiente com  $\text{CO}_2$  minimiza os efeitos adversos da fotorrespiração, aumentando a fotossíntese líquida, a temperatura ótima para o crescimento e a absorção de nutrientes (Durão & Galvão, 1995).

Arteca & Poovaiah (1982) observaram que apenas 0,1% do carbono fixado pela fotossíntese é absorvido pelas raízes e outra explicação é que esta absorção influencia o equilíbrio hormonal das plantas, e proporciona plantas mais produtivas, mais resistentes a doenças e pragas, e com frutos de melhor qualidade.

Em espécies de plantas  $\text{C}_3$ , com relação ao aumento da fotossíntese, crescimento vegetativo e do sistema radicular em ambiente enriquecida com  $\text{CO}_2$ , Gao & Zhang (1997) observaram um aumento variando de 13 a 32% em algumas espécies florestais quando dobraram a concentração de  $\text{CO}_2$ . Fischer et al. (1997) e Soussana et al. (1996) observaram que em plantas  $\text{C}_3$  aumentaram o desenvolvimento vegetativo em 41%, nas  $\text{C}_4$  em 22% e as CAM em 5% quando a concentração de  $\text{CO}_2$  foi  $700 \mu\text{molCO}_2\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Efeitos positivos no aumento da fotossíntese, crescimento e produção vegetal foram encontrados por Basile et al. (1993) que promoveram um enriquecimento artificial de  $\text{CO}_2$ , via água de irrigação, observando uma maior absorção de nutriente pelo sistema radicular.

A concentração de  $\text{CO}_2$  promoveu um aumento na fotossíntese de alface cultivadas em ambiente protegido (Furlan et al. 2001). Segundo os autores, houve também um aumento da área foliar aos 30 dias e da matéria seca a partir de 15 dias após o plantio. Ford & Thorne (1967) verificaram um aumento da área foliar em beterraba açucareira, cevada, couve e milho, cultivados em ambiente enriquecido com  $\text{CO}_2$ , concluindo que o benefício foi devido ao aumento da assimilação líquida causada por uma maior absorção de  $\text{CO}_2$ . Outros autores observaram um aumento de peso de pepino e tomate com o enriquecimento do ambiente com  $\text{CO}_2$ , evidenciando que o aumento das taxas fotossintéticas, devido o  $\text{CO}_2$ , possibilitou um maior acúmulo de carboidratos nos frutos (D'Adria et al. (1990); Islam et al. (1996)).

Outra importante característica fisiológica que diferencia as plantas  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$  refere-se à eficiência de utilização do nitrogênio nos processos de assimilação, pois as plantas  $\text{C}_4$ , em comparação com as  $\text{C}_3$ , produzem duas vezes mais matéria seca por

unidade de nitrogênio presente nas folhas, devido ao fato de a fotossíntese apresentar valores duas vezes mais altos com a mesma quantidade de nitrogênio. Pinto (1997), estudando a aplicação de CO<sub>2</sub>, em campo e em ambiente protegido, observou um aumento no número e peso dos frutos de melão, e observando um pequeno aumento na concentração de nitrogênio e de potássio nas folhas, em relação aos tratamentos que não receberam CO<sub>2</sub>, devido ao aumento da fotossíntese. Enfatiza Prabhakar et al. (1985), citado por (Pinto, 1997), que o potássio é o principal responsável pela translocação de carboidratos para os frutos, o que explica o aumento da produtividade.

Em um estudo com tomate submetido a diferentes lâminas de irrigação com aplicação de CO<sub>2</sub>, Cararo (2000) observou um incremento de 8,2% na produção devido ao CO<sub>2</sub>, independente das lâminas de irrigação aplicadas.

Com o ambiente enriquecido com CO<sub>2</sub> as células têm capacidade de assimilar o CO<sub>2</sub> com maior eficiência, ao mesmo tempo em que restringem a perda de água através da transpiração. Hunsaker (1996) estudando o efeito da aplicação de CO<sub>2</sub> na evapotranspiração (ET) e na eficiência do uso da água em trigo, constataram que os tratamentos com CO<sub>2</sub>, quando a água não foi limitante, resultou numa redução da ET em torno de 5% e que sob irrigação freqüente mas limitada a ET sazonal para as plantas expostas à elevação do CO<sub>2</sub> aumentou em torno de 5%.

O enriquecimento do ar com CO<sub>2</sub> diminui a transpiração das plantas melhorando a eficiência do uso da água. Rezende (2001) constatou que o enriquecimento do ar com CO<sub>2</sub> reduziu o consumo de água do pimentão para as maiores produtividades encontradas, devido ao microclima criado pela massa dos vegetais diminuindo a transpiração da planta.

Shaffer et al. (1996) estudaram o efeito da aplicação de CO<sub>2</sub> em plantas de banana e observaram que, quando acrescidas a 1000  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  de CO<sub>2</sub>, obtiveram um aumento de área foliar e peso seco, quando comparadas com plantas a 350  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  de CO<sub>2</sub> devido a uma melhor assimilação de CO<sub>2</sub>.

Arteca & Poovaiah (1982) observaram que o CO<sub>2</sub> aplicado nas raízes de batata, foram transportados para as folhas. A maioria do CO<sub>2</sub> fixado nas raízes e folhas estava



na forma de ácido málico, embora outros ácidos orgânicos, aminoácidos, e açúcares também utilizaram uma pequena quantia deste  $\text{CO}_2$ .

Quando comparadas plantas  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$  quanto ao aumento de temperaturas sabe-se que a fotossíntese líquida das plantas  $\text{C}_3$  decresce rapidamente com o aumento da temperatura acima de  $30^\circ\text{C}$ , enquanto que em plantas  $\text{C}_4$  a temperatura elevada, entre 30 e  $40^\circ\text{C}$ , não se mostra inibitória para a assimilação do  $\text{CO}_2$ . Contudo, Acock et al. (1990) estudando a interação entre a temperatura e a aplicação de  $\text{CO}_2$  sobre a produção e acumulação de carboidratos pelo melão, observaram que o aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  promoveu uma maior área foliar e peso seco da planta, sob condições de temperatura alta. Entretanto, em temperaturas baixas o efeito do  $\text{CO}_2$  foi menor devido ao atraso do crescimento vegetativo.

Baron & Gorski (1986) observaram um aumento no crescimento e diâmetro do caule da berinjela com aplicação de  $\text{CO}_2$  sob condições de altas temperaturas e dias longos, por outro lado sob condições de dias curtos e pouca luminosidade houve uma redução na área foliar e peso seco. Os autores demonstraram que a aplicação de  $\text{CO}_2$  na zona radicular, favoreceu a absorção pelas raízes da berinjela, e a translocação para parte aérea.

O uso de  $\text{CO}_2$ , sob forma de gás ou misturado à água de irrigação, melhora a qualidade das flores e frutos. O  $\text{CO}_2$  reage com os cátions da solução do solo produzindo bicarbonatos, os quais são absorvidos pelas plantas (Smith et al. 1991). O  $\text{CO}_2$  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).

Cardoso, (2002) estabeleceu doses meta correspondentes a acréscimos nas concentrações da atmosfera, onde estas foram transformadas em doses meta, visando o solo como alvo, resultando em doses de 4,62, 8,54 e 12,47, onde a melhor concentração parcelada em 33 vezes foi a de  $8,54 \text{ kg ha}^{-1}$ .

A utilização de  $\text{CO}_2$  na água de irrigação vem proporcionando incremento de produtividade em diversas culturas. Em experimento com aplicação de diferentes doses de  $\text{CO}_2$  na cultura da abobrinha, com e sem cobertura de solo, constatou-se uma

influência na produção pelas doses de CO<sub>2</sub> e pela cobertura do solo para o rendimento comercial dos frutos. O rendimento na dose de 58,4 kg.ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> foi 65% superior ao do tratamento-testemunha, para o plantio nos meses de março a julho, no seu segundo experimento ocorrido de setembro a dezembro, obteve-se um maior rendimento de frutos com a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> sem cobertura do solo, isso pode ser explicado devido a temperaturas mais elevadas e a outra cultivar utilizadas no segundo experimento (Araújo 2002).

A grande importância da aplicação de dióxido de carbono na água de irrigação é a sua solubilidade na água, de acordo com Hodgman 1955, a solubilidade do dióxido de carbono decresce com o aumento da temperatura.

De acordo com Malavolta (1979), a variação da acidez do solo até níveis adequados para a vida das plantas, pode aumentar ou diminuir a disponibilidade de macro e micro nutrientes no solo para as plantas (Figura 1).

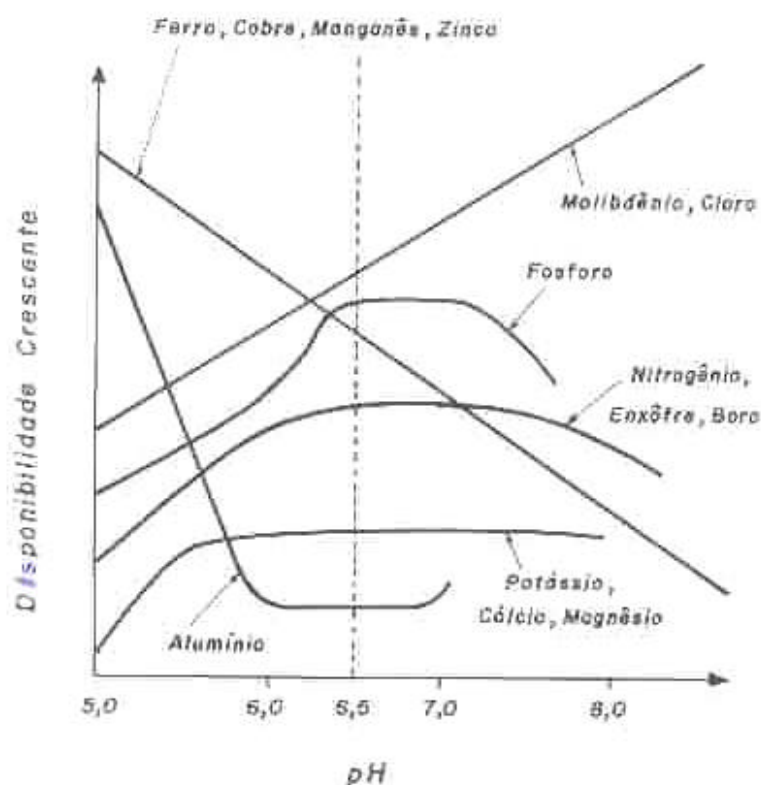


Figura 1- Efeito do pH na disponibilidade dos nutrientes e na solubilidade do alumínio

## 2.4 Fertirrigação

Pesquisando sobre a absorção de nutrientes pelo meloeiro, Kagohashi et al. (1979), concluíram que a maior absorção de  $\text{NO}_3$  e Ca ocorreu durante a fase inicial de crescimento, enquanto que a absorção de K foi maior durante o estágio final do ciclo.

De acordo com Malavolta et al. (1989), os teores ideais de (N, P e K) nas folhas do meloeiro, equivalem a 3,0%, 0,35% e 5,0%, respectivamente.

Segundo Sousa (1993) a produção comercial foi influenciada pela fertirrigação e freqüências de aplicação de N e K. A maior e a menor produtividade de frutos de melão comercializáveis e não comercializáveis (21,88 e 2,55 t  $\text{ha}^{-1}$ ), respectivamente, foram obtidas com aplicação mais freqüente de N e K. O estado nutricional do meloeiro, não foi influenciado pela fertirrigação e freqüência de aplicação de N e K. Já o conteúdo de sólidos solúveis foi significativamente afetados pelos tratamentos testados.

O aumento da produtividade do meloeiro pode ser obtido com doses crescentes de nutrientes aplicadas através de água de irrigação; contudo, precisa-se ajustar doses adequadas para a cultura em cada situação. Resultados de pesquisas em solos arenosos Sousa, et al. (1998) constataram que a maior produtividade comercial (44,34 t  $\text{há}^{-1}$ ) do meloeiro foi obtida com a combinação de 160 kg  $\text{ha}^{-1}$  de N e 190 kg  $\text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , doses de N e K superiores a 160 kg  $\text{ha}^{-1}$  e 190 kg  $\text{ha}^{-1}$  respectivamente, proporcionam queda na produtividade de frutos comerciais. Entretanto, com 100 kg  $\text{ha}^{-1}$  de N houve uma tendência no aumento da produtividade com doses de  $\text{K}_2\text{O}$  maiores que 190 kg  $\text{ha}^{-1}$ . Nas mesmas condições ambientais, Sousa et al., (1999 a) mostraram que o aumento de doses de nitrogênio até 180 kg  $\text{ha}^{-1}$  aplicadas via fertirrigação por gotejamento, as produtividades comercial e total do meloeiro aumentaram significativamente.

Kuznetsova & Agazamova (1975), concluíram que a aplicação de altas doses de K no meloeiro, ocasionou um decréscimo na produção, sendo o nível ótimo, aquele em torno de 100 kg  $\text{ha}^{-1}$ .

Segundo Pinto et al. (1993), as doses de nitrogênio não alteraram as características químicas: acidez total, pH e teor de sólidos solúveis dos frutos de melão.

A dose de nitrogênio para máxima produção, 38,06 t há<sup>-1</sup>, foi de 129 kg ha<sup>-1</sup>, e que o aumento dessa dosagem ocorreu um decréscimo na produção.

A absorção de fósforo pelas plantas está relacionada com a quantidade de P disponível no solo, com os parâmetros de distribuição radicular e com os fatores ambientais que influenciam o crescimento vegetal. Na maioria das vezes, a difusão do P para a raiz determina a concentração de P na superfície radicular. (Silva & Magalhães, 1991).

## **2.5 Irrigação subsuperficial**

A irrigação por gotejamento subsuperficial (SDI – subsurface drip irrigation), teve início com irrigação por gotejamento nos EUA, aproximadamente em 1959, especialmente na Califórnia (Davis, 1967) e Hawai (Vaziri & Gibson, 1972). Nos anos sessenta na Califórnia, foram construídas linhas laterais de polietileno ou PVC com furos ou cortes internos (Braud, 1970; Hanson et al, 1970; Zetsche & Newman, 1966), ou com inserções de emissores dentro dos tubos perfurados (Whitney, 1970). Na mesma época, em Israel, estavam sendo desenvolvidos sistemas de IGSS, juntamente com sistemas de injeção de fertilizantes (Goldberg & Shmueli, 1970).

DeTar et al. (1996) constataram vantagens do SDI sobre outros sistemas de irrigação e em várias condições de manejo. No Estado da Virgínia, a produtividade de pêra foi maior com IGSS do que com irrigação por aspersão, quando foi utilizada água sódica, mas não houve nenhum aumento com água de boa qualidade. A produção de batata com SDI, foi maior, quando comparado com irrigação por aspersão na Califórnia, mas os sistemas de SDI requerem entre 50% e 70% da máxima necessidade de água.

Oron et al., 1991 e Oron et al., 1995 fizeram comparação entre o sistema de gotejamento subsuperficial e o superficial e constataram aumento de produtividades das culturas cultivadas sob o sistema subsuperficial. No entanto, Henggleler (1995) constatou que não houve diferença de produtividade entre os dois sistemas para a cultura da alfafa. Resultados semelhantes foram encontrados por Bui & Osgood (1990) trabalhando com a mesma cultura.

Pode ser obtida uma substancial economia d'água, por meio do uso de sistema por gotejamento subsuperficial, que podem contribuir para maximizar o uso eficiente de água, inclusive desprezando a evaporação do solo, percolação e escoamento superficial (Phene et al. 1992). Em estudos realizados com algodão por Phene et al., (1992 a,b), foi possível constatar aumento da produtividade e uma redução no consumo d'água de 40%, quando compararam o SDI com irrigação por sulco em um solo siltoso, mas não encontraram diferença em um solo arenoso.

Outra vantagem, frequentemente relacionada à utilização do sistema por gotejamento subsuperficial, é o uso de mangueiras laterais flexíveis (paredes delgadas) em áreas onde o tráfego de máquinas ou consolidação de terra natural poderiam causar deformação lateral ou poderiam reduzir o fluxo do sistema associado a uniformidade (Camp, 1998).

No Brasil esse sistema já vem sendo usado em áreas irrigadas de café e citrus, principalmente no estado de São Paulo, maior produtor nacional de Citrus. Entretanto, devido ao fato de que na SDI os emissores se encontram abaixo da superfície do solo, pode ocorrer a intrusão de raízes e partículas sólidas no interior dos mesmos, resultando na redução da vazão dos emissores, podendo chegar a obstruir totalmente os emissores e até a linha lateral. Face ao exposto, D'Albuquerque Junior et al., (2003), pesquisaram quatorze modelos de gotejadores enterrados a duas profundidades, 0,15 e 0,30m, nas culturas de café e citrus, e puderam constatar que na maior parte das vezes a obstrução dos gotejadores foi causada por intrusão radicular, seguida de partículas sólidas aspiradas (vácuo) ou carreadas para dentro dos emissores, sendo que a intrusão das raízes foi a principal responsável pela obstrução. Observou-se também que a obstrução pode ser causada simultaneamente por partículas de solo e intrusão radicular e que ocorre de forma aleatória, pois não ficou evidenciada uma convergência das raízes em direção ao orifício de saída de água dos gotejadores, conforme foi relatado por Faria (2002) analisando a variação de vazão nos emissores neste mesmo experimento.

Burt (1995) discutiu algumas limitações e vários assuntos de interesse sobre sistema por gotejamento subsuperficial, especialmente para colheitas permanentes como videiras e árvores, e observou que talvez a maior limitação, se real ou percebida, é que

na maioria do sistema de irrigação enterrado fica impossível fazer observação direta de fluxo de água de emissores individuais durante operação.

Navarro Vasquez (2002), trabalhando com a cultura do melão avaliou duas posições de profundidade de tubogotejadores a 0,0 e 0,2m da superfície do solo, níveis de irrigação (0,33; 0,67 e 1) vezes a evaporação diária do mini tanque, onde encontrou as melhores produtividades para as combinações 0,2m de profundidade e um nível de irrigação 0,67 vez o mini tanque evaporimétrico.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização e características da área experimental**

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. O local possui latitude de 22° 42’30” S, longitude 47° 38’00” W e altitude de 580 m.

O clima segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa (clima mesotérmico de inverno seco), subtropical úmido e seco com verão chuvoso. A precipitação pluvial média anual é 1.278 mm, predominando aproximadamente 1000mm de outubro a março e 278mm 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 a umidade relativa do ar média é 74% de (Sentelhas, 1998).

#### **3.2 Delineamento experimental e tratamentos**

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 4 tratamentos e 4 repetições, totalizando 16 parcelas (Figura2). Os tratamentos constaram de ausência de aplicação de CO<sub>2</sub> 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 estiverem abertas; início da frutificação, quando houver 80% de pegamento de fruto e o início da maturação, quando o grau brix atingiu 8.

Cada estufa recebeu dois blocos. Cada bloco constava de seis canteiros de plantas, com 6m de comprimento, composto por 16 plantas. A parcela útil possuía 7,5m<sup>2</sup> e constava de 12 plantas.

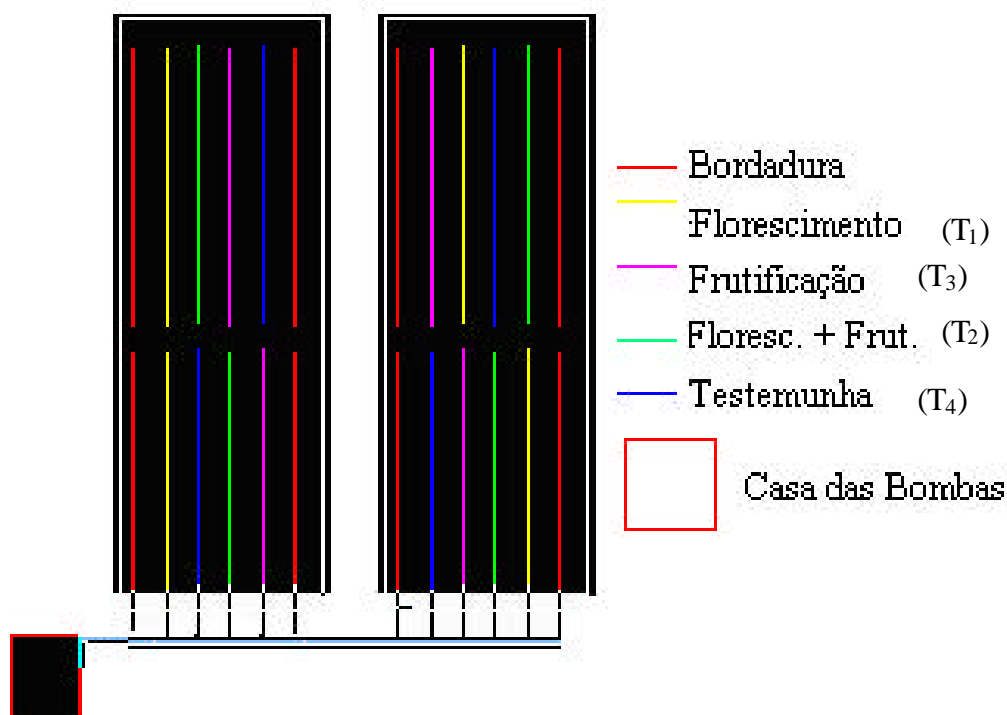


Figura 2 – Detalhe das duas estufas

Os tratamentos estão mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento

| TRATAMENTOS    |  |
|----------------|--|
| T <sub>1</sub> | Aplicação de CO <sub>2</sub> no início do florescimento até Início da frutificação |
| T <sub>2</sub> | Aplicação de CO <sub>2</sub> início do florescimento até Início da maturação       |
| T <sub>3</sub> | Aplicação de CO <sub>2</sub> início da frutificação até Início da maturação        |
| T <sub>4</sub> | Controle (sem CO <sub>2</sub> )  |

O quadro da análise de variância está mostrado na Tabela 2. Os fatores significativos pelo teste F terão suas médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.



Tabela 2. Quadro de análise de variância

| CV                            | G.L. |
|-------------------------------|------|
| Blocos                        | 3    |
| Tratamento (CO <sub>2</sub> ) | 3    |
| Resisuo                       | 9    |
| Total                         | 15   |

### 3.3 As estufas

As estufas utilizadas no experimento, foram instaladas no sentido leste-oeste e apresentavam as seguintes dimensões: 17,5m de comprimento, de 7m largura e arcos na sua parte mais alta, com altura de 4,7m (Figura3). As fachadas laterais e frontais foram feitas com malha de nylon branca de 1,0mm e apresentavam um rodapé de concreto de 0,3m de altura. O teto foi coberto com filme de polietileno transparente com 150  $\mu$  de espessura, com tratamento anti-UV. Nas partes frontais de cima havia duas janelas para liberar o ar quente que se acumulava no alto.



Figura 3 – Vista das duas estufas utilizadas no experimento

A temperatura e a umidade não foram controladas artificialmente, utilizando-se apenas o manejo das janelas e cortinas, com base no monitoramento das variações de temperatura, umidade relativa, radiação líquida utilizando um sistema automático de

aquisição de dados, onde foram registradas num CR10X colocadas dentro das estufas (Figura 4).

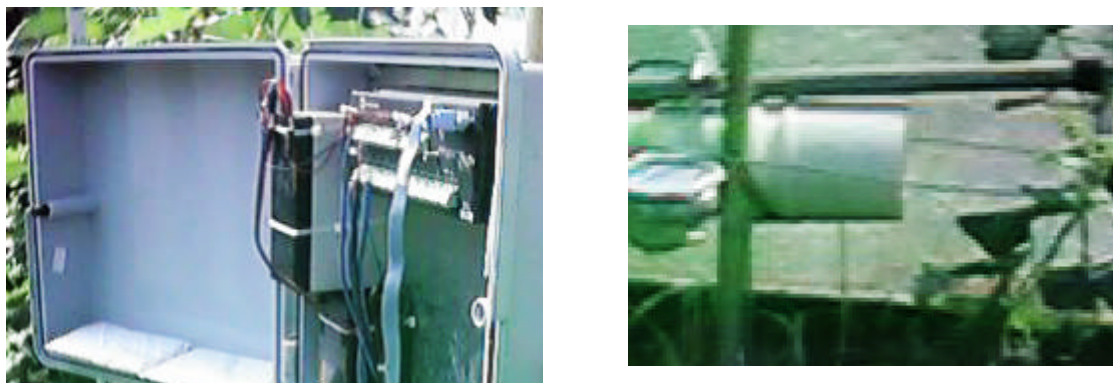


Figura 4 – A esquerda um CR10X usado para guardar as informações climáticas, e a direita um psicrômetro

### 3.4 Características do solo dos canteiros

Em cada estufa foram construídos seis canteiros retirando-se o solo existente dentro de valas de 0,5m x 0,5m x 15m, onde foi colocado outro solo de uma área não cultivada. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (Embrapa, 1999).

As características físicas do solo estão mostradas na Tabela3.

Tabela 3. Características físicas do solo da camada de 0 - 0,3m utilizadas nos canteiros

| GRANULOMETRIA (%) |       |       | CLASSE         | DENSIDADE (g cm <sup>-3</sup> ) |            |
|-------------------|-------|-------|----------------|---------------------------------|------------|
| Argila            | Silte | Areia |                | Global                          | Partículas |
| 15,5              | 8,45  | 75,05 | Franco-arenosa | 1,08                            | 2,60       |

Nas Tabelas 4 e 5 estão apresentados os dados da análise química do solo, macro e micronutrientes respectivamente, realizada pelo Departamento de Solos e

Nutrição de Plantas da ESALQ/USP. A acidez foi corrigida mediante incorporação de 200g de calcário dolomítico por metro linear ( $390 \text{ g Kg}^{-1}$  de CaO,  $130 \text{ g Kg}^{-1}$  de MgO e PRNT de 61%), visando elevar a saturação de base para 80% e o teor de magnésio a um mínimo de  $9 \text{ mmolc dm}^{-3}$  (Raij et al., 1996).

Tabela 4. Composição química do solo antes(AC) e depois(DC) da correção: pH, matéria orgânica (M.O.), macronutrientes ( P, K, Ca, Mg), alumínio trocável (AL), soma das bases (V) e saturação de alumínio (m)

| Amostra   | pH  | M.O                | P  | S   | K   | Ca | Mg | Al | SB   | T    | V  | m |
|-----------|-----|--------------------|----|-----|-----|----|----|----|------|------|----|---|
|           |     | $\text{g dm}^{-3}$ |    |     |     |    |    |    |      |      |    |   |
| <b>AC</b> | 4,6 | 20                 | 4  | 43  | 1,1 | 44 | 7  | 1  | 52,1 | 80,1 | 63 | 1 |
| <b>DC</b> | 5,0 | 16                 | 94 | 177 | 7,3 | 28 | 11 | 0  | 46,3 | 64,3 | 72 | 0 |

Tabela 5. Composição química do solo antes(AC) e depois(DC) da correção dos micronutrientes: Boro(B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn)

| Amostra   | B    | Cu  | Fe | Mn   | Zn  |
|-----------|------|-----|----|------|-----|
| <b>AC</b> | 0,25 | 0,7 | 39 | 20,4 | 1,2 |
| <b>DC</b> | 0,85 | 1,0 | 38 | 13,6 | 2,8 |

A adubação foi realizada 10 dias após a calagem e 7 dias antes do transplante das mudas, com aplicação de  $240 \text{ Kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  na forma de Superfosfato triplo.

O monitoramento da umidade foi realizado utilizando-se uma curva de retenção d'água no solo, numa faixa de potencial mátrico ( $\psi_m$ ) de 0 a 70 Kpa, descrita por Silva et al.(2001a) (Figura 5). Em cada estufa foi instalada uma bateria de tensiômetros nas profundidades de 0,10m, 0,20m, 0,30m e 0,40m.

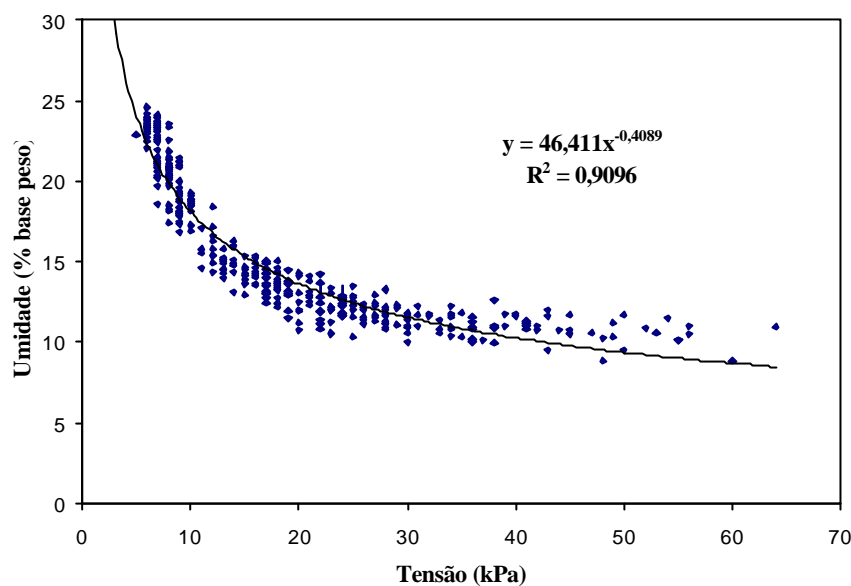


Figura 5 – Curva de retenção de água no solo.(Silva et al.,2001a)

### 3.5 Condução das Mudanças

#### 3.5.1 Mudanças

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, utilizado-se substrato organo-mineral “Plantimax<sup>1</sup> hortaliça” e colocando-se 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.

#### 3.5.2 Transplântio das mudas

As mudas foram transplântadas para a estufa no dia 30 de janeiro de 2003 (20 dias após a semeadura), utilizando-se espaçamento de 0,4m x 1,10m, o que resultou

---

<sup>1</sup> A citação durante o texto de marcas e/ou produtos comerciais não configura recomendação do autor.

numa densidade de 22.727 plantas ha<sup>-1</sup>. Após o transplante e durante 10 dias a irrigação foi realizada através de um regador para facilitar o pegamento das mudas.

### 3.5.3 Sistema de condução

Cada planta foi conduzida em haste principal, sendo tutorada através de um fitilho. Os ramos laterais foram podados semanalmente, com desbrotas até o 9º ramo, (cerca de 0,6m a 0,7m do colo da planta) deixando os demais brotos laterais até 5 folhas. O ramo principal foi conduzido até o último fio de arame, deixando-se ultrapassar cerca de 0,10m procedendo-se a poda. A altura do primeiro fruto não foi delimitada, contudo obteve-se frutos variando de 0,7m a 1,8m de altura. Após o pegamento dos frutos foi realizado um desbaste deixando-se dois a três frutos por planta.

### 3.6 Polinização

A polinização das plantas foi realizada colocando-se uma colméia de abelha dentro da estufa (Figura 6); para que não morressem todas antes do período de florescimento, colocou-se uma colméia de baixa população e um alimentador. Foi realizado um rodízio da colméia nas estufas devido à escassez desta. Pode -se observar um índice de 0% de frutos deformados, quando comparado com a polinização manual feita por Cardoso (2002).



Figura 6 – Vista da colméia dentro da estufa

### **3.7 Controle fitossanitários**

O controle fitossanitário foi feito quinzenalmente conforme recomendações técnicas (Sousa et al., 1999), por meio de aplicações preventivas com defensivos químicos e naturais. As plantas invasoras foram controladas aos 30 e 60 dias após o transplântio por meio de capinas mecânica e manual.

### **3.8 Irrigação**

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 mangueiras pressurizadas foram enterradas a uma profundidade de 0,15m da superfície do solo. Foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento, constituído por gotejadores tipo RAM com vazão de  $2,3 \text{ L h}^{-1}$ , espaçados de 0,50m. A estação de controle foi composta por filtro de disco, hidrômetro, válvula de controle de pressão, registro de controle de irrigação e sistemas de injeção de  $\text{CO}_2$  e fertilizantes.

A primeira irrigação foi realizada dez dias após o transplântio 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 0,15m de profundidade. As irrigações foram realizadas com frequência de dois dias. O monitoramento da umidade do solo foi feito através de leituras diárias por meio de duas baterias de três tensiômetros, uma em cada estufa. Antes e depois da instalação do sistema de irrigação, determinou-se a uniformidade de irrigação no laboratório de Hidráulica da ESALQ/USP, com duas fileiras de 11 gotejadores cada (Tabela 6).

Tabela 6. Uniformidade do sistema de irrigação antes (AC) e depois (DC) do cultivo

| ESTUFA |                     | Q <sub>25</sub> * | Q <sub>m</sub> ** | UD= $\frac{Q_{25}}{Q_m} \cdot 100$ |
|--------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------|
|        |                     | L h <sup>-1</sup> |                   | %                                  |
| AC     | 1                   | 1,71              | 1,88              | 90,95                              |
|        | 2                   | 1,60              | 1,71              | 93,58                              |
|        | <b>Média</b>        | 1,65              | 1,79              | 92,27                              |
| DC     | Sem CO <sub>2</sub> | 1,35              | 1,62              | 83,01                              |
|        | Com CO <sub>2</sub> | 1,58              | 1,69              | 93,52                              |

\*vazão média das observações do menor quartil;

\*\*vazão média de todas as observações

A quantidade de água a ser aplicada no meloeiro foi determinada com base em leituras a cada dois dias nos tensiômetros instalados a 0,1m, 0,2m e 0,3m de profundidade. Um tensiômetro adicional foi instalado a 0,4m de profundidade para o monitoramento d'água. A quantidade de água aplicada na cultura do meloeiro foi determinada pela Equação 1.

onde: V é o volume em litros;

$$V = [q_{cc} - (U \cdot d)] \cdot p \cdot A \quad (1)$$

$\theta_{cc}$  é a umidade do solo na capacidade de campo, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>;

U é a umidade à base de peso seco gH<sub>2</sub>O gsolo<sup>-1</sup>;

d é densidade, gcm<sup>-3</sup>;

p a profundidade efetiva do sistema radicular, mm;

A, é a área da estufa, m<sup>2</sup>.

O tempo de irrigação em minutos será calculado pela Equação 2.

$$T_i = \frac{v \cdot 60}{q} \quad (2)$$

onde: T<sub>i</sub> é o tempo de irrigação (min);

v é o volume (l) da estufa irrigada;

$q$  é a vazão da estufa ( $L h^{-1}$ ).

### 3.9 Fertirrigação

#### 3.9.1 Aplicação de fertilizantes

A operacionalização do sistema de fertirrigação ficou separada da injeção de  $CO_2$  e os nutrientes foram injetados por uma bomba tipo paleta (0,5 cv) (Figura 7), 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.



Figura 7 - Uma bomba tipo paleta (0,5 cv), usada para irrigação e aplicação de fertilizantes

Durante o ciclo do meloeiro foram aplicados, em cobertura,  $200 kg ha^{-1}$  de N, na forma de Nitrato de Amônia ( $NH_4NO_3$ ) até os 64 dias após o transplântio e na forma de Nitrato de Potássio ( $KNO_3$ ) até 72 dias após o transplântio. A dose de  $K_2O$  foi de  $340 kg ha^{-1}$ , aplicadas na forma de Nitrato de Potássio ( $KNO_3$ ), até 72 dias após o transplântio. 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 está descrito na Tabela 7.



Tabela 7 . Distribuição de nitrogênio e de potássio ao longo do ciclo do meloeiro

| Estádio de desenvolvimento (DAP) | Fração do N total (%) | Fração do K total (%) |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Plantio                          | -                     | -                     |
| Até 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                          | -                     | -                     |

Durante o ciclo do melão, foi feito o monitoramento da condutividade elétrica (CE) através de extratores de solução nos tratamentos T<sub>4</sub> e T<sub>2</sub>, onde também foram analisados o pH, o nitrato (NO<sub>3</sub>) e o potássio (K).

### 3.9.2 Aplicação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

O sistema de aplicação de CO<sub>2</sub> foi composto de cilindro, equipado com uma válvula reguladora de pressão, manômetro e fluxômetro com escala de 0,2 a 2,0 L min<sup>-1</sup> para quantificar o volume de CO<sub>2</sub> que estava sendo injetada via água de irrigação. A quantidade correspondente a 8,0 Kg de CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> foi obtida durante 8 minutos de aplicação para cada aplicação. O tratamento controle não recebeu aplicação de CO<sub>2</sub> (T<sub>4</sub>); o Tratamento 1 recebeu aplicação de CO<sub>2</sub> do início do florescimento até o início da frutificação(T<sub>1</sub>) ; o Tratamento 4 recebeu aplicação de CO<sub>2</sub> do inicio da frutificação até o início da maturação (T<sub>4</sub>); o Tratamento 2 recebeu aplicação de CO<sub>2</sub> do início do florescimento até o início da maturação(T<sub>2</sub>). Segundo Cardoso (2002) a melhor dose foi de 8,54 Kg de CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> por aplicação, realizadas entre 09:00 e 10:30 horas.

### 3.10 Parâmetros avaliados

#### 3.10.1 Elementos Morfológicos

Em cada bloco foi feita uma escolha aleatória de duas plantas por tratamentos onde se avaliaram a área foliar, o diâmetro do caule e a altura das plantas. As avaliações foram realizadas quinzenalmente até os 54 DAP.

A área foliar foi avaliada com uma régua, medindo-se o comprimento e a largura das folhas. As medidas foram multiplicadas entre si e corrigidas por um fator de correção, obtido por meio de regressão linear, Figura 8, comparando-se a área foliar avaliada pela régua e por um medidor eletrônico modelo LI-3100.

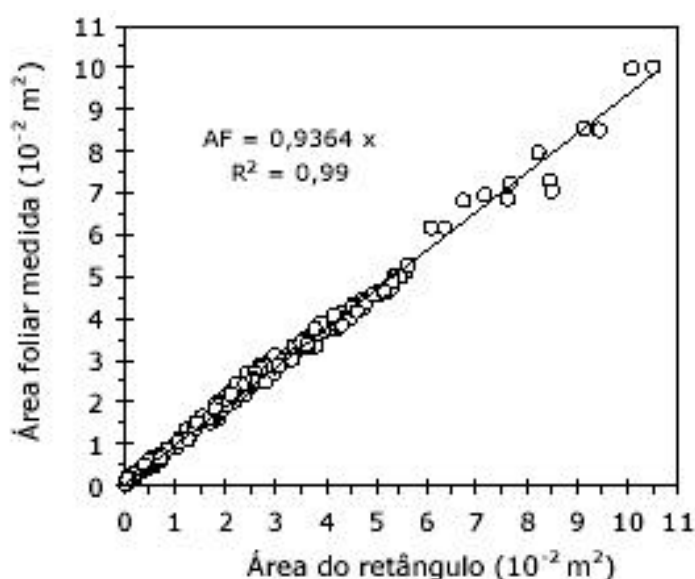


Figura 8 - Relação entre área foliar do meloeiro medida pelo LI-3100 e área do retângulo resultante das medidas de comprimento e largura da folha

O diâmetro foi medido, por meio de um paquímetro digital, na altura do primeiro par de folhas definitivas. A altura das plantas foi avaliada por uma trena, do colo da planta até o ápice do ramo principal.

### 3.10.2 Produtividade

Os frutos colhidos em cada tratamento foram contados e pesados individualmente. Em cada tratamento avaliaram-se nove plantas, e foram estimadas, em kg ha<sup>-1</sup>, a produtividade total, comercial e não comercial e o peso médio de fruto planta

estimada em  $\text{g planta}^{-1}$ . Também foram analisados os teores de sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), acidez titulável, diâmetro longitudinal e transversal. A 1<sup>a</sup> colheita foi realizada no dia 13 de abril, quando os frutos atingiram a maturação, e a 2<sup>a</sup> colheita foi realizada no dia 25 de abril. Os frutos comerciais foram classificados como aqueles que não apresentaram nem uma deformação, algum dano mecânico e peso superior 0,550kg, conforme Filgueira et al. (2000) citado por Cardoso (2002).

### 3.10.3 Avaliação da qualidade dos frutos

No período da colheita foram separados dois frutos por parcela para avaliação da qualidade, com base em determinações físicas e químicas. As determinações físicas foram: o peso médio, altura, diâmetro dos frutos, sendo os dois últimos parâmetros determinados com o auxílio de um paquímetro (Figura 9). As determinações químicas foram teor de sólidos solúveis, acidez total e pH realizado no mesmo dia à colheita. O teor de sólidos solúveis foi obtido através de refratômetro, o pH através de peagâmetro (Figura 9), e a acidez pela titulação do suco com solução de NaOH 0,01N, segundo método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).



(a)



(b)



(c)

Figura 9 – Equipamentos utilizados nas análises físicas e químicas: (a) paquímetro; (b) refratômetro; (c) peagâmetro

A relação teor de sólidos solúveis e acidez total, foi calculada para avaliar o estado de maturação e palatabilidade dos frutos.

### 3.10.4 Variação do pH do solo

A avaliação do pH foi realizada antes e depois da aplicação para quantificar o aumento da acidez do solo e o tempo de retorno do pH até os níveis antes da aplicação. A medição do pH no solo foi realizada por um aparelho de leitura direta (Figura 10), Soil Tester modelo DM-5, marca Demetra Tokyo, Japan, introduzido no solo para os tratamentos que receberam CO<sub>2</sub> via água de irrigação e para a testemunha.



Figura 10 – Medidor de pH portátil, usado para realizar a medição pontual

### 3.10.5 Eficiência do uso de água

A eficiência do uso de água, em função da produtividade, foi determinada pela Equação 3, conforme proposto por Doorenbos & Kassan (1994):

$$EUA = \frac{P}{Ca} \quad (3)$$

Em que:

EUA - eficiência do uso da água, kg m<sup>3</sup>;  
P, produtividade, kg ha<sup>-1</sup>;

Ca, consumo de água, m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

### **3.10.6 Análise econômica**

A viabilidade econômica da aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação na cultura do melão para as condições de cultivo protegido, foi determinada pela comparação entre a relação benefício - custo dos tratamentos que apresentaram melhor produtividade com a aplicação de CO<sub>2</sub>.

Foi realizada uma pesquisa de preços no comércio para, equipamentos de irrigação, insumos e o preço do gás, para depois ser corrigido pelo fator de recuperação de capital de uma série uniforme de pagamentos conforme as equações apresentadas por Frizzone & Silveira (2000).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Características da cultura, estádios fenológicos**

A cultura do melão se caracteriza por ser uma cultura de ciclo rápido, de alta produtividade, fruto tipo exportação e de ter uma boa relação benefício/custo. O ciclo fenológico do meloeiro foi de 105 dias após o plantio, onde foram realizadas duas colheitas: a primeira aos 99 e a segunda aos 105 dias após o transplântio (DAT).

A sementeira foi realizada no dia 10 de janeiro de 2003. A germinação ocorreu cinco dias após a sementeira (DAS) e o transplântio aos 20 DAS. No dia 14 de fevereiro de 2003 (15° DAT) ocorreu aparecimento de mais de 80% das flores masculinas, no dia 17 de fevereiro de 2003 (18° DAT) ocorreu o aparecimento de mais de 80% das flores hermafroditas e aos 31° DAT (02 de março de 2003) ocorreu o aparecimento de mais de 80% dos frutos.

Adotando o sistema de formação de mudas e transplântio para o campo pode-se verificar o mesmo ciclo, encontrado por Souza (1993) em Botucatu, Hernandez (1995) em Ilha Solteira e Pinto (2000) em Piracicaba, SP, que foram de 109, 108 e 105 dias, respectivamente. Todavia, Belfort et al. (1986) em Presidente Wenceslau, SP, e Cardoso (2002), em Piracicaba, SP, obtiveram ciclos de 75 e 115 dias. Na região Nordeste do Brasil a primeira colheita pode ser realizada aos 55 dias após a sementeira, com o ciclo da cultura estendendo-se ao redor de 75 dias (Sousa et al., 1997b).

## 4.2 Dados meteorológicos

### 4.2.1 Temperatura do ar

O meloeiro é uma planta exigente em temperaturas diurnas e noturnas altas, tanto do ar como do solo. As temperaturas ótimas para o melão estão numa faixa ideal entre 25 e 32°C durante todo o seu ciclo. Entretanto, em temperaturas do ar abaixo de 15°C e do solo inferior a 18°C, a planta tem dificuldades na abertura das flores e pode ter seu crescimento paralisado, todavia, a temperatura ideal para germinação das sementes no solo é de 18°C.

Os dados climáticos médios de temperatura, umidade e radiação, registrados dentro da estufa durante o experimento foram ideais para um bom desenvolvimento da cultura. As temperaturas médias no período estiveram entre 24,9°C e 28,6°C, faixa considerada excelente para a cultura do meloeiro, com máximo de 44,4°C aos 79 DAT na fase de maturação e mínima de 9,8°C aos 65 DAT na fase de início da maturação, o que pode ter contribuído para um ciclo mais curto. Cardoso (2002), trabalhando com esta mesma variedade encontrou temperaturas médias entre 14,5°C e 27,7°C, e mínimas de 8,3°C aos 13 DAT fase de estabelecimento e desenvolvimento da cultura, o que pode ter contribuído ao prolongamento do ciclo.

Na Figura 11 estão apresentados os valores médios de temperatura máxima (max.), mínima (min.) e média (méd.) com médias ao longo do ciclo de 33,7°C, 19,1°C e 26,4°C, respectivamente, para o melão Bônus n° 2.

Navarro Vasquez (2003) e Cardoso (2002), trabalhando com o mesmo melão híbrido Bônus n° 2, no período de outubro de 2001 a janeiro de 2002 e setembro de 2001 a dezembro de 2001, respectivamente, encontraram valores médios de temperatura (max, min. e méd.) de 33,49°C, 18,08°C, 24,9°C e 35,4°C, 12,9°C, 23,8°C, respectivamente.

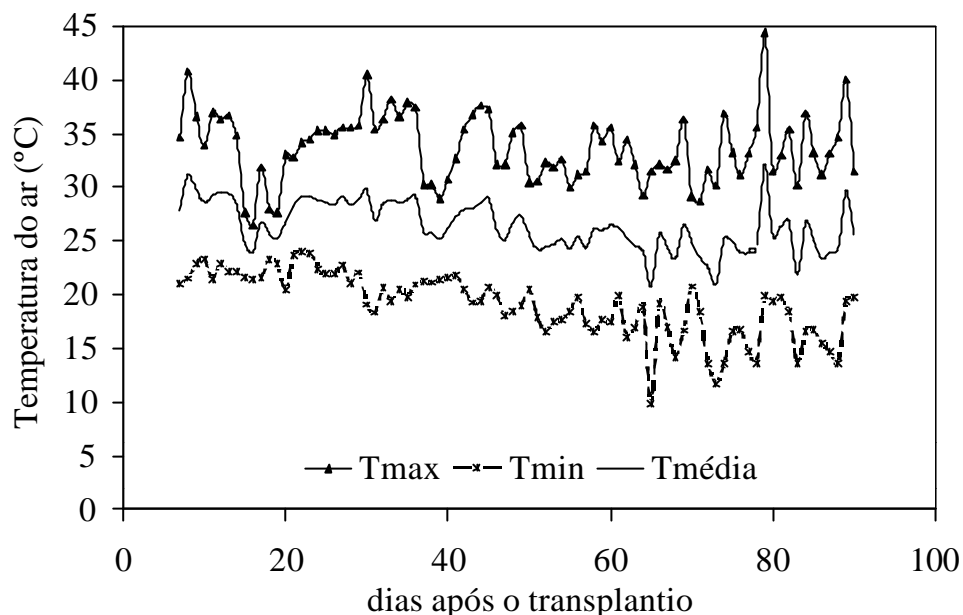


Figura 11 – Variação das temperaturas do ar máxima, mínima e média, durante o ciclo do meloeiro em condições protegidas

#### 4.2.2 Umidade relativa do ar

A umidade relativa (UR) do ar apresentou valores elevados em todos os estádios fenológicos da cultura (Figura 12). Entretanto, ocorreu aparecimento de doenças no final do ciclo, o que não prejudicou a produção.

Zapata et al. (1989) relataram que as faixas de UR mais favoráveis à cultura do melão são de 55% a 75%, no desenvolvimento inicial, de 60% a 70% na floração e 55% a 65% na frutificação. A Figura 20 mostra a variação da UR ao longo do ciclo, onde a UR média foi de 82,8%, devido ao fato de ter chovido com frequência durante todo o ciclo do melão. Foi medida uma precipitação fora da estufa de 285,5mm o que explica essa UR alta.



Navarro Vasquez (2003) e Cardoso (2002), trabalhando com o mesmo melão híbrido Bônus nº 2, no período de outubro de 2001 a janeiro de 2002 e setembro de 2001 a dezembro de 2001, respectivamente encontraram valores médios de umidade relativa de 75,58% e 75,5%, respectivamente.

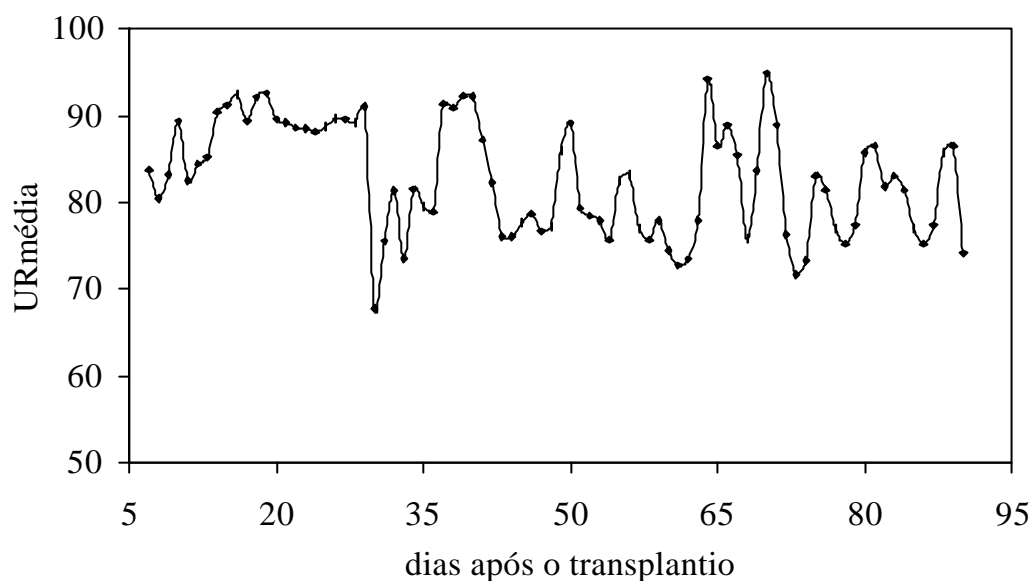


Figura 12 – Variação da umidade relativa do ar média, observada durante o ciclo do meloeiro em condições protegidas

#### 4.2.3 Radiação solar

Segundo Andriolo (1999), no caso das hortaliças de verão como o melão, considera-se o nível de radiação líquida adequado igual a aproximadamente  $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  ( $200 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) como limite trófico (produção mínima de assimilados necessária para a manutenção da cultura). Como podemos observar na Figura 13 a radiação líquida média observada em todo o ciclo do melão foi de  $8,3 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ .

Valores de radiação líquida abaixo do limite trófico prejudicam o desenvolvimento da cultura, conforme observado por Cardoso (2002) que encontrou média de  $7,48 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  durante o crescimento, o que desfavoreceu o desenvolvimento das plantas.

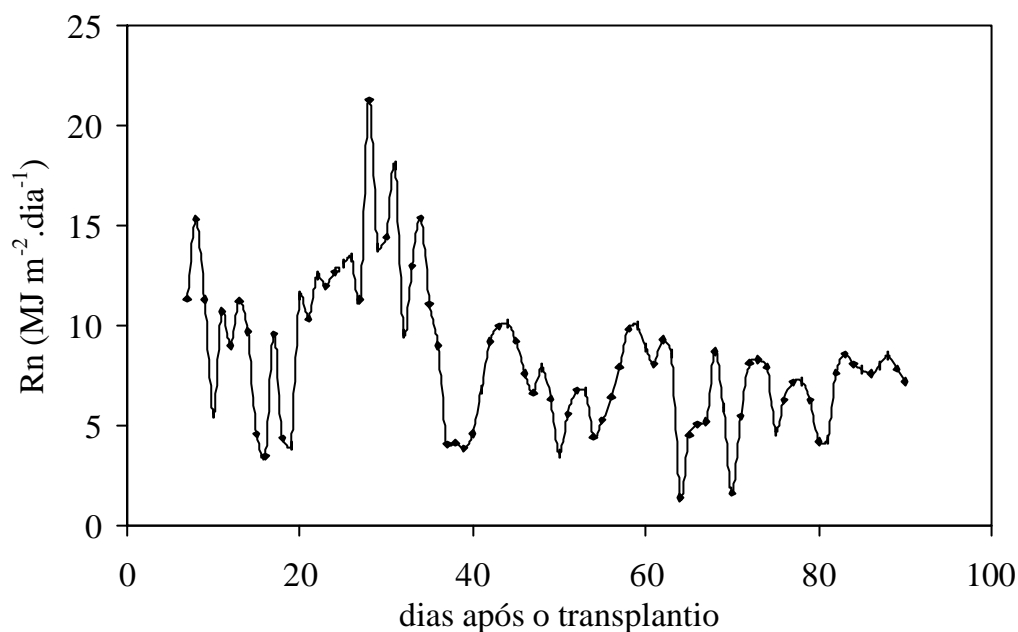
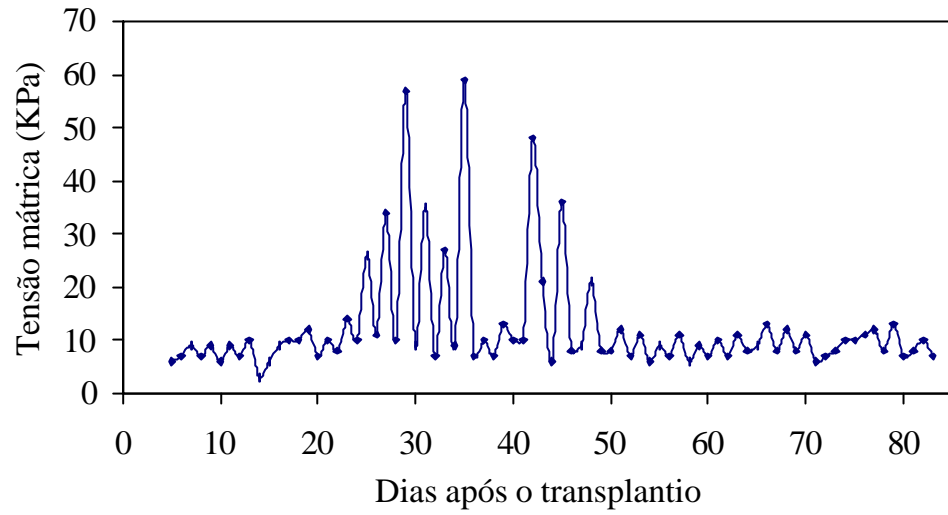


Figura 13 – Valores diários da radiação líquida, observada durante o ciclo do meloeiro em condições protegidas

### 4.3 Manejo da irrigação

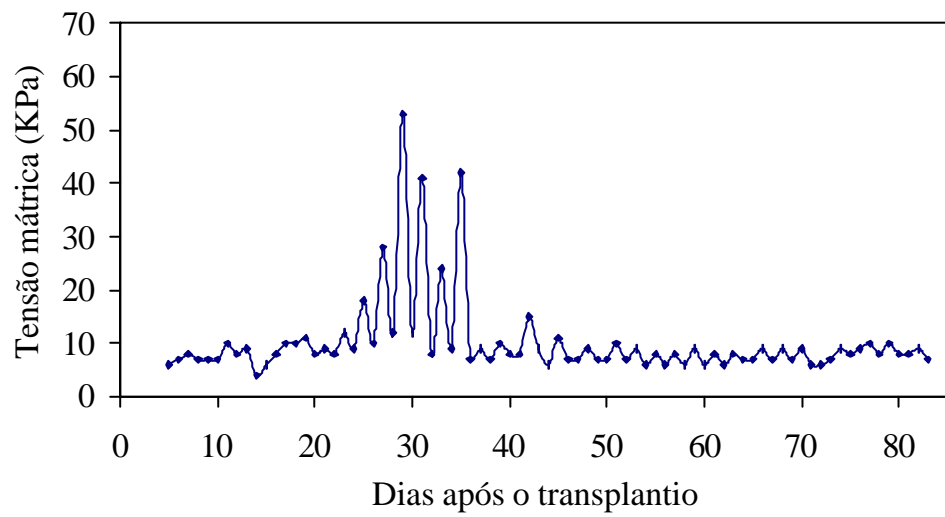
A variação da tensão mátrica da água no solo durante todo o ciclo, nas camadas de 0,10m, 0,20m e 0,30m, está representada na Figura 14.

10 cm

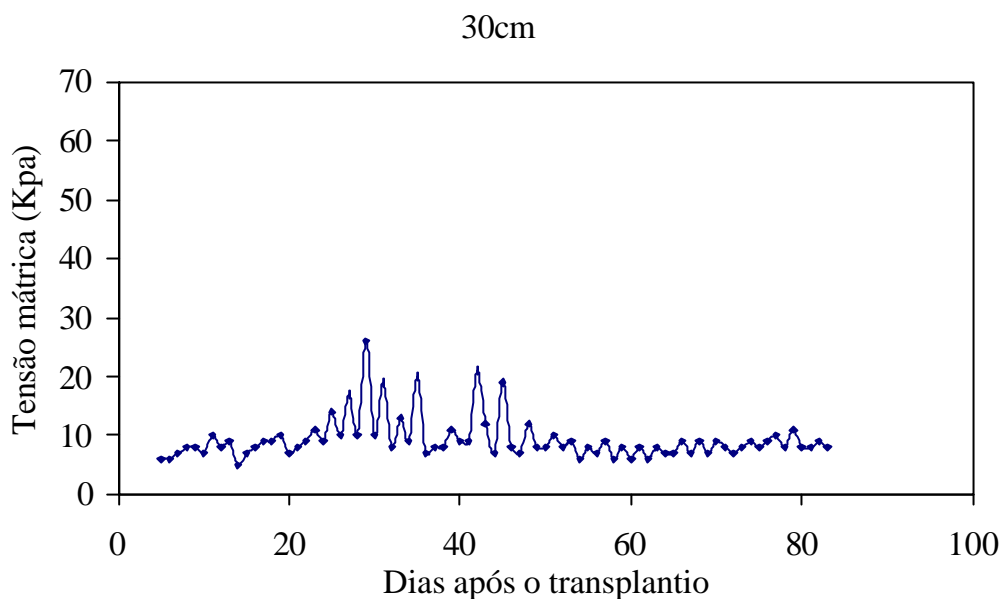


(a)

20 cm



(b)



(c)

Figura 14 – Variação do potencial mátrico de água no solo, a 0,10m (a), 0,20m (b) e a 0,30m(c) de profundidade, durante o ciclo do meloeiro

A tensão mátrica variou de 6 a 59KPa, 6 a 53KPa e 6 a 26KPa, para as profundidades de 0,10m, 0,20m e 0,30m respectivamente. As maiores tensões ocorreram durante a fase de florescimento e frutificação, comprovando a maior demanda de água requerida pela cultura durante esse período.

De acordo com Carrijo et al. (1999), para solos arenosos cultivados com hortaliças os valores de tensão mátrica da água devem estar na faixa de 10 KPa a 15KPa. Por outro lado Miller (1984) sugere uma tensão mátrica de 50KPa. Hernandez (1995), trabalhando com melão em campo aberto na região de Ilha Solteira, com um solo Podzólico Vermelho Escuro, textura arenosa, relatou que com uma tensão 45KPa a capacidade de armazenamento da água (CAD) já tem se esgotado em 60% o que supera o recomendado por Dourembos & Kassam (1988), que é de apenas 45% da CAD.

A lâmina total aplicada, através da irrigação, entre o período de transplante à colheita foi de 284,9mm e a evapotranspiração de referência medida pelo método de Perman foi de 218,9mm. Na Figura 15 pode-se visualizar a variação da

evapotranspiração de referência ( $E_{To}$ ) e a  $E_{To}$  acumulada, e na Figura 16 a variação das lâminas aplicadas e acumuladas durante o ciclo do meloeiro.

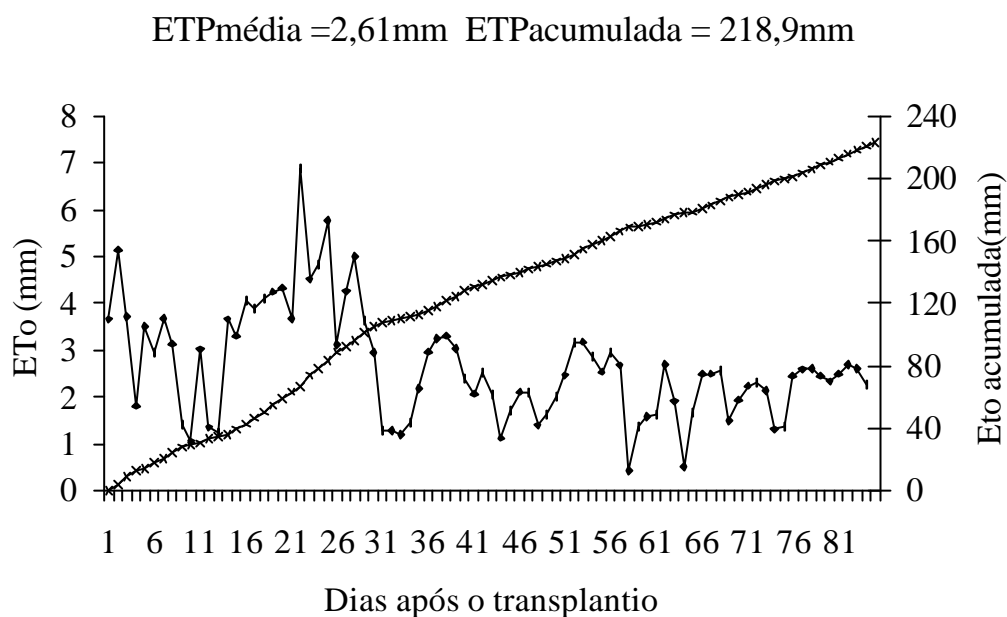


Figura 15 – Evapotranspiração média estimada pelo método de Penman

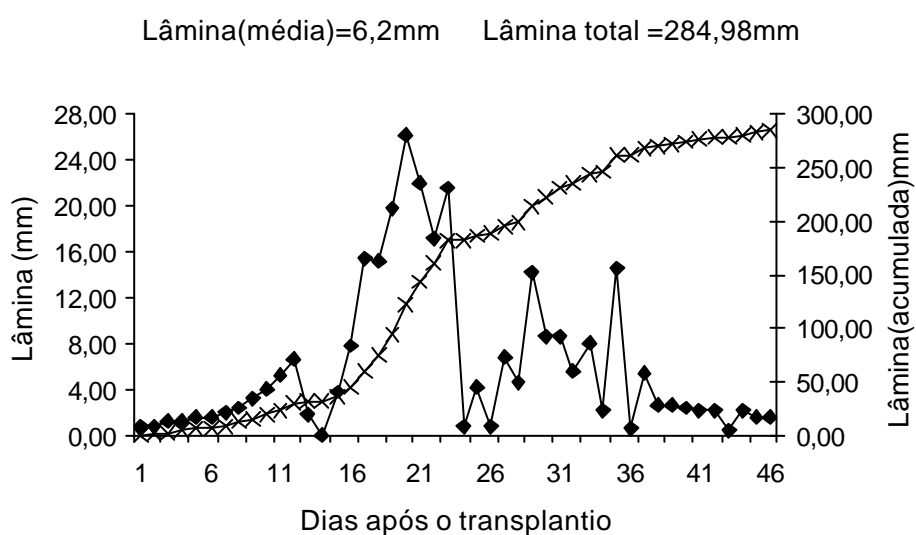


Figura 16 – Lâminas de água aplicada, para a cultura do meloeiro, em ambiente protegido com aplicação de  $CO_2$

A frequência de irrigação adotada foi de dois dias, sendo que ocorreu uma grande demanda de água entre os dias 17 a 26 DAT, devido à alta evaporação ocorrida durante o período. Estas variações climáticas podem ser observadas pela representação gráfica das Figuras 15 e 16 e foi constatada através dos tensiômetros instalados nas profundidades de 0,10m e 0,20m e mais suave na de 0,30m.

Pesquisas já realizadas evidenciam que o requerimento total de lâmina d'água pelo melão dentro de estufas é menor, se comparado com culturas desenvolvidas ao ar livre, com um ciclo de desenvolvimento de aproximadamente de 105 dias. Pinto (1997) observou que, durante o ciclo do melão, a lâmina requerida foi 236,9mm. Segundo Hudson et al. (1981), a lâmina recomendada para a cultura do melão ao ar livre fica em torno de 500mm.

A maturação teve início quando o melão atingiu grau brix entre 7 e 8, o que ocorreu aproximadamente aos 69 DAT. A partir desse período a lâmina de água aplicada foi reduzida semanalmente, 30%, 50% e 70% até o final do ciclo, com a finalidade de aumentar a concentração de açúcares nos frutos (°brix).

#### **4.4 Manejo da fertirrigação**

A CE da solução do solo variou de 0,078 dS m<sup>-1</sup> a 2,06 dS m<sup>-1</sup> (sem CO<sub>2</sub>), e 0,0853 dS m<sup>-1</sup> a 0,8 dS m<sup>-1</sup> (com CO<sub>2</sub>). Por volta dos 30 DAT, houve uma pequena queda na CE, devido possivelmente ao início da frutificação (Figura 17).

Ayers & Westcot (1991), citam que o solo cultivado com melão tem um valor de salinidade limiar expresso em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação (CE<sub>es</sub>) de 2,2 dS m<sup>-1</sup>. No entanto, verifica-se que seu rendimento decresce para 50 % quando a salinidade no extrato é de 9,1 dS m<sup>-1</sup>, sendo classificada como uma cultura moderadamente sensível à salinidade.

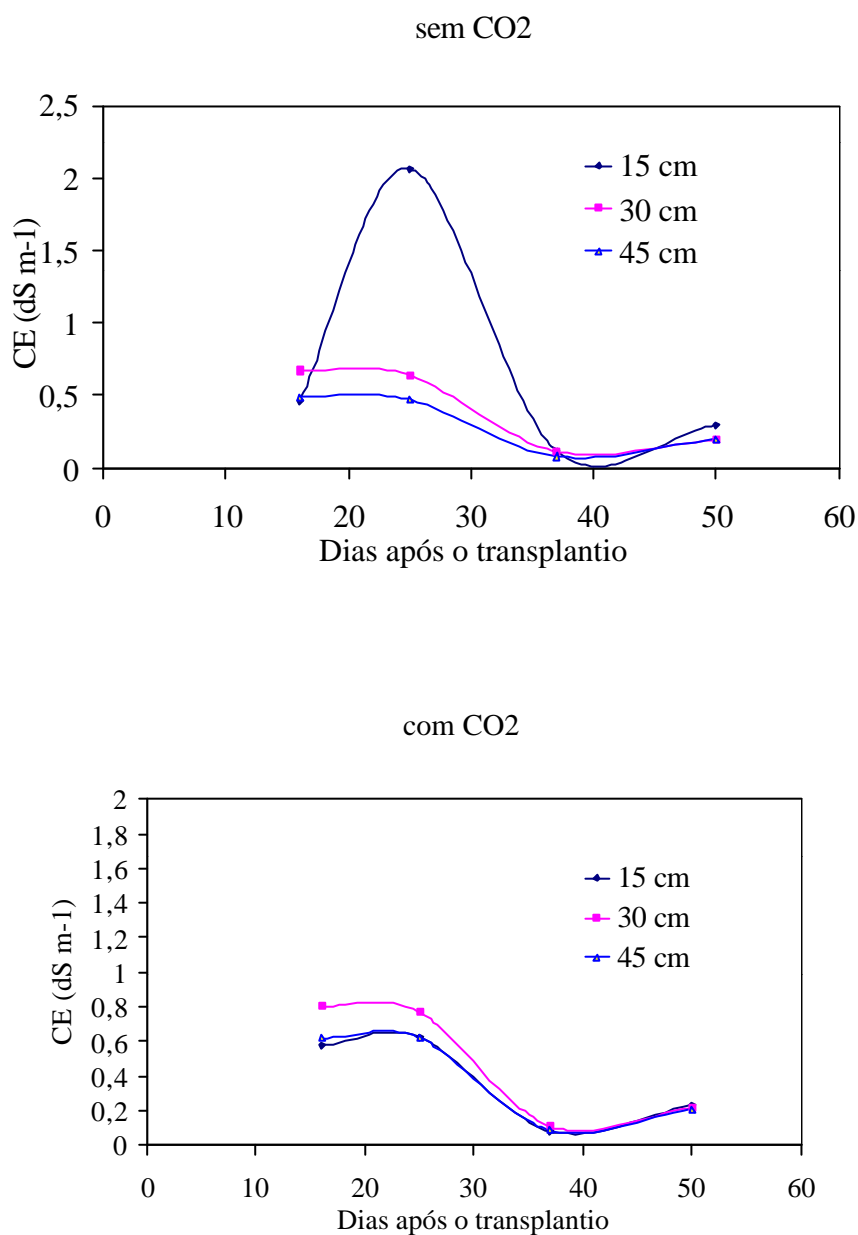


Figura 17 – Variação da CE para a cultura do meloeiro, em ambiente protegido

Observa-se na Figura 18 os resultados de pH da solução do solo, extraída através de extratores de solução, estes apresentaram grandes alterações, variando de 5,24 a 6,98 (sem CO<sub>2</sub>) e 4,78 a 7,01 (com CO<sub>2</sub>). Solos com pH superior a 7,0, podem restringir a absorção dos macronutrientes N, P e S e dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e

Zn pelas plantas (Malavolta et al, 1997). Estes resultados foram diferentes aos encontrados por Cardoso (2002), que observou variações de pH do solo entre 6,0 a 7,6.

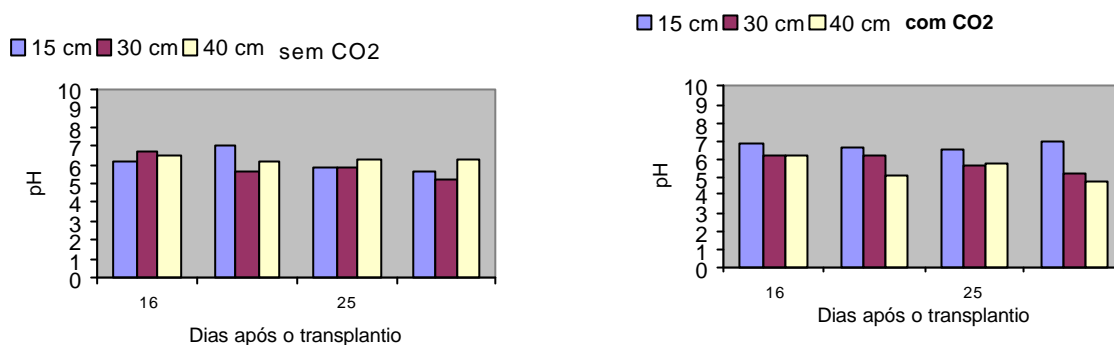


Figura 18 – Variação do pH para a cultura do meloeiro, em ambiente protegido

Pode-se observar o comportamento do nitrato ( $\text{NO}_3$ ) e potássio(K) no ciclo do melão na Figura 19, onde se percebe um ligeiro aumento dessas concentrações no final do ciclo devido a maior demanda de nutrientes pelas plantas na formação de frutos.

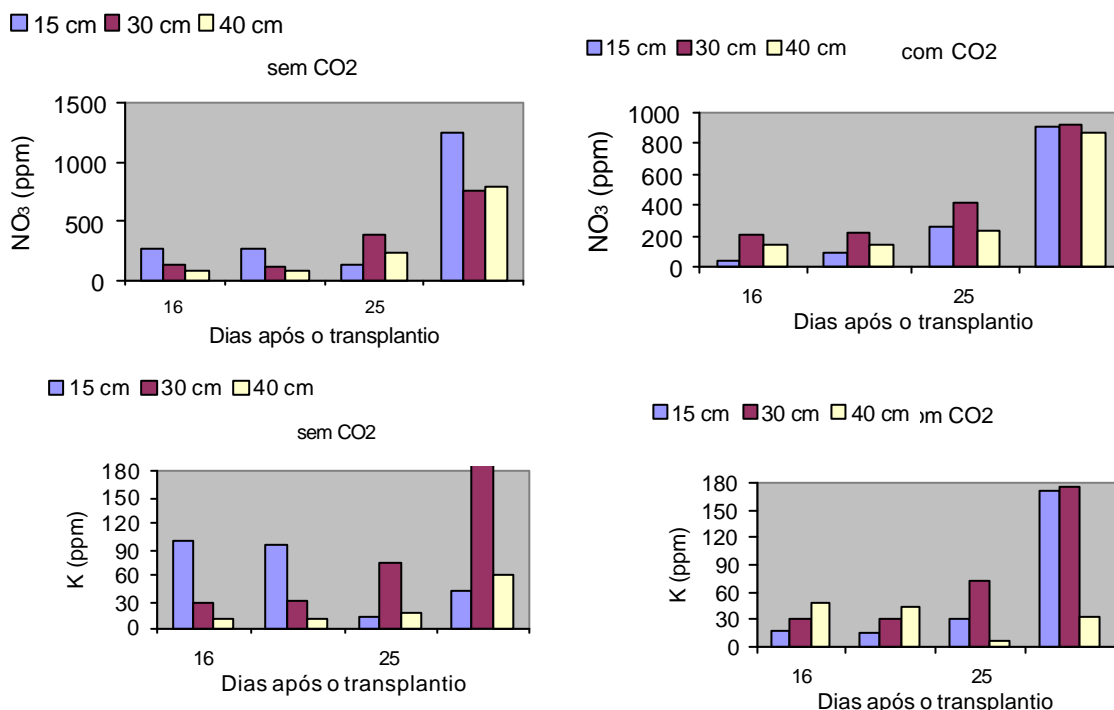


Figura 19 – Variação da  $\text{NO}_3$  e K para a cultura do meloeiro, em ambiente protegido



## 4.5 Aplicação do dióxido de carbono

O ajuste de vazão do CO<sub>2</sub> variou em função do tempo de irrigação relativo à lâmina mínima, para que a quantidade de CO<sub>2</sub> injetada em cada aplicação fosse semelhante. Através da escala do fluxômetro pode-se determinar o tempo necessário para aplicar a quantidade do gás proporcional à área de aplicação. Devido a alguns vazamentos no início das aplicações houve uma variação da quantidade de CO<sub>2</sub>, oscilando em torno da dose- meta, o que pode não corresponder à dose que real aplicada, conforme Figura 20.

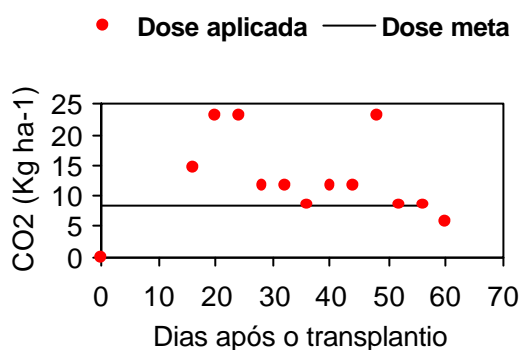


Figura 20 – Doses aplicadas e doses-meta de CO<sub>2</sub>, aplicadas a cada quatro dias

O início da aplicação de CO<sub>2</sub> via água de irrigação subsuperficial ocorreu no 16 DAT, para os tratamentos: T<sub>1</sub> aplicação de CO<sub>2</sub> no início do florescimento até início da frutificação e T<sub>3</sub> aplicação de CO<sub>2</sub> início do florescimento até início da maturação e o término se deu aos 36 e 60 DAT. O tratamento T<sub>2</sub> aplicação de CO<sub>2</sub> início da frutificação até início da maturação ocorreu de 40 até 60 DAT. Totalizando 6 aplicações para os tratamentos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> e doze aplicações para o T<sub>3</sub>, com doses médias de 15,4 kg ha<sup>-1</sup>, 11,5 kg ha<sup>-1</sup> e 13,5 kg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>, respectivamente por aplicação.

## 4.6 Características Morfológicas

### 4.6.1 Variáveis de Crescimento

Foram analisadas medidas de crescimento em intervalos de quinze dias para cada tratamento. As variáveis foram altura da planta, o diâmetro do caule e a área foliar. Foi feita aleatoriamente a escolha de duas plantas por tratamento onde se procedeu todas as medidas.

#### 4.6.1.1 Altura da Planta

As medidas realizadas durante o período de crescimento mostraram um aumento da altura das plantas do início do desenvolvimento até o início do florescimento (8 a 39 DAT), o que pode ser explicado ao fato de ter ocorrido temperaturas elevadas.

Na Figura 21, estão representadas as variações temporais dos valores médios da altura de plantas obtidas até 49 DAT, onde foi atingido o último fio de arame da espaldeira (2,0m de altura) quando ocorreu poda apical. Observa-se na Figura 21, que não houve diferença na altura das plantas nas observações feita até 49 DAT. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Cararo (2000) que não observou diferenças nas alturas das plantas de tomate quando submetidas à aplicação de CO<sub>2</sub>. Por outro lado Cardoso (2002) observou pequenas variações nas alturas das plantas de melão até os 38 DAT.

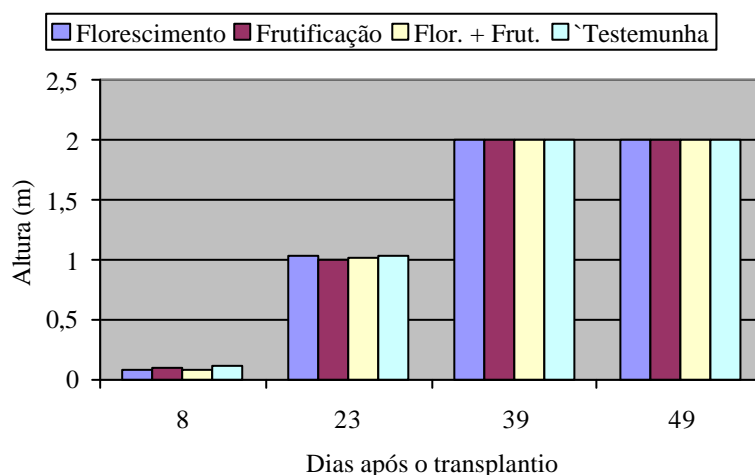


Figura 21 – Variação da altura média das plantas em função das épocas de aplicação de CO<sub>2</sub>

Em todos os períodos avaliados, não houve efeito significativo entre as épocas de aplicação.

#### 4.6.1.2 Diâmetro do caule

As medidas do diâmetro do caule realizadas aos 8, 23, 39 e 49 DAT estão mostradas na Figura 22. Observa-se que para os tratamentos que receberam o gás carbônico houve um ligeiro aumento no diâmetro logo após as primeiras aplicações aos 23 DAT, mas sem diferença estatística. Quando o tratamento T<sub>1</sub> aos 39 DAT foi suspenso, nota-se um aumento em relação aos outros, e nesta mesma época iniciou-se a aplicação de CO<sub>2</sub> para o tratamento na frutificação (T<sub>3</sub>), e este aos 49 DAT não se notou diferença devido ao tratamento (T1) ter havido um decréscimo.

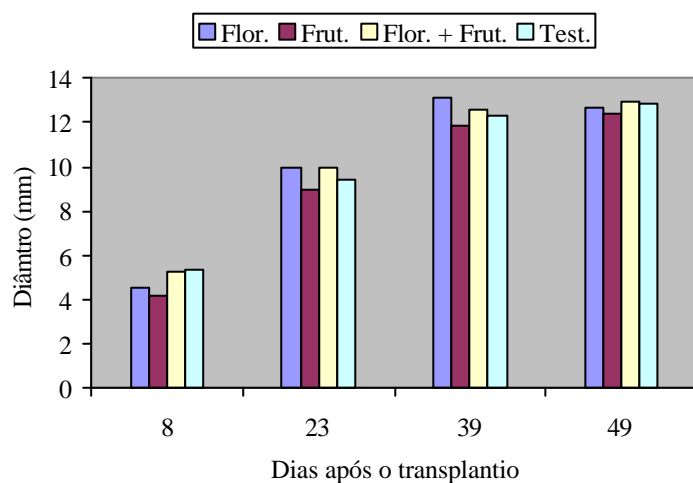


Figura 22 – Variação do crescimento médio do diâmetro do caule das plantas em função das épocas de aplicação de CO<sub>2</sub>

Em todos os períodos avaliados, não houve efeito significativo entre as épocas de aplicação. Aos 49 DAT, período da última avaliação, o menor valor de diâmetro

12,43 mm foi encontrado para o tratamento frutificação (T3). Enquanto que o maior diâmetro 12,90 mm foi obtida para o tratamento flores+ frut. (T2).

Estes resultados foram superiores aos encontrados por Cardoso (2002) no cultivo do melão e nas mesmas comparações aos 8, 23 e 39 DAT. Cararo (2000) observou uma similaridade entre os diâmetros, para os diferentes tratamentos de lâminas de irrigação (L1 a L6), com e sem aplicação de CO<sub>2</sub>, em Tomate cultivado em estufa.

#### **4.6.1.3 Área foliar**

Os efeitos das épocas de aplicação de CO<sub>2</sub> na área foliar (AF) foram similares até os 39 DAT. Aos 49 DAT observou-se um pequeno aumento na área para o tratamento T1 em relação aos tratamentos T2 e T4 e um aumento maior em relação ao T3 (Figura 23).

A área foliar máxima obtida no período reprodutivo do meloeiro foi 2,006 m<sup>2</sup> no T1 aos 49 DAT, sendo superior a encontrada por Cardoso (2002) que observou uma área foliar de 1,693 m<sup>2</sup> aos 52 DAT. Em termos de índice de área foliar (IAF), essa área correspondeu ao IAF de 4,54 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>, valor aproximadamente igual ao IAF de 4,64 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> encontrado por Sánchez et al. (1996) aos 125 DAT e inferior ao IAF de 5,13 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>, encontrado por Cardoso (2002) aos 52 DAT.

Em todos os períodos avaliados, não houve efeito significativo entre as épocas de aplicação. Aos 49 DAT, período da última avaliação, o menor valor de área foliar de 1,74 m<sup>2</sup> foi encontrado para o tratamento T3.

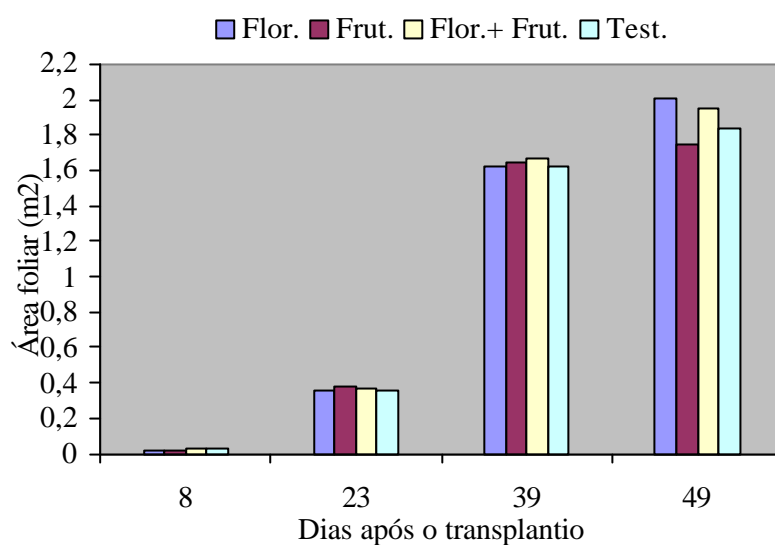


Figura 23 – Variação do crescimento médio da área foliar das plantas em função das épocas de aplicação de CO<sub>2</sub>

#### 4.7 Aspectos produtivos

Verificou-se, pela análise de variância, que as diferenças na produção comercial, não comercial, peso médio dos frutos comerciais foram significativos a 1% de probabilidade. Já para o número de frutos não foi significativo (Tabela 8).

Tabela 8. Produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PNC), número de frutos por planta (NFP), peso médio dos frutos (PMF), em meloeiro cultivado em ambiente protegido.

| Tratamento | PC*<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | PNC*<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | NFP   | PMF*<br>(kg) |
|------------|------------------------------|-------------------------------|-------|--------------|
| T1         | 46a                          | 0,31a                         | 1,96a | 2024,3a      |
| T3         | 46,23a                       | 0,37a                         | 2,07a | 2033,7a      |
| T2         | 42,12ab                      | 0,95ab                        | 1,96a | 1853,3ab     |
| T4         | 37,9b                        | 2,73b                         | 1,64a | 1667,8b      |
| CV(%)      | 4,54                         | 95,84                         | 10,52 | 4,54         |

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

As épocas de aplicação de CO<sub>2</sub> influenciaram na produção comercial do meloeiro. Nos tratamentos com aplicação de CO<sub>2</sub> houve maior produtividade do que o tratamento sem CO<sub>2</sub>, para o mesmo tipo de manejo. As maiores produtividades foram obtidas nos tratamentos T3, T1 e T2 com produção de 46,23 t ha<sup>-1</sup>, 46,00 t ha<sup>-1</sup> e 42,12 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, e superiores a encontrado no tratamento sem aplicação de CO<sub>2</sub> (T4) que foi de 37,9 t ha<sup>-1</sup> (Tabela 8). Comparando a produtividade comercial, o incremento do T3 em relação ao tratamento T1, T2 e T4 foram de 0,43%, 9,7%, e 22,2%, respectivamente.

Já para o tratamento T1 ao T4 observou-se um aumento de 21,7%, o que se pode atribuir ao aumento no peso dos frutos.

A produtividade comercial de 46,23 t ha<sup>-1</sup> foi obtida utilizando uma previsão de 22727 plantas ha<sup>-1</sup>. Nas mesmas condições de plantio Cardoso (2002) obteve uma produtividade comercial de 57,21 t ha<sup>-1</sup>, utilizando uma densidade de 30303 plantas ha<sup>-1</sup>. Caso fosse utilizado a mesma densidade neste trabalho, a produção comercial esperada seria de 61,64 t ha<sup>-1</sup>. Estes resultados evidenciam que a aplicação de CO<sub>2</sub> em um dos estádios fenológicos da cultura em relação ao ciclo inteiro é mais viável economicamente. Além disso, a época do plantio mais favorável, bem como a temperatura e a radiação, possivelmente influenciaram positivamente a produtividade.

Pinto (1997) trabalhando com esta mesma variedade em ambiente protegido e a campo, obteve 28,7 t ha<sup>-1</sup> e 38,6 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, com aplicação de CO<sub>2</sub>, e sugeriu que a menor produção em ambiente protegido estava associada com ocorrência de frentes frias durante os períodos de florescimento e frutificação.

Cararo (2000), trabalhando com tomate, obteve incremento de 8,2% na produção com a aplicação de CO<sub>2</sub>, quando comparado com o tratamento sem aplicação de CO<sub>2</sub>. Resultado semelhante foi encontrado por D'Andria et al. (1990), que obtiveram um incremento de 7 t.ha<sup>-1</sup>, comparando os tratamentos com a aplicação de CO<sub>2</sub> e cobertura de solo aos sem uso do gás e sem a cobertura de solo. Novero et al. (1991) também obtiveram incrementos em 9 % em produtividade com a irrigação com água carbonatada.

A produtividade não comercial seguiu tendência inversamente proporcional à produtividade comercial. Observa-se, na Tabela 8, que o tratamento sem aplicação de gás carbônico obteve maior produção de frutos não comerciais, sendo que 90% deles não atingiram o peso mínimo de 0,545 kg, segundo Filgueiras et al (2000) e os 10% restantes apresentaram defeitos físicos e podridões.

Estes resultados foram semelhantes ao encontrado por Cardoso (2002), que verificou maior produção não comercial no tratamento sem aplicação de CO<sub>2</sub>. Por outro lado, Pinto (1997) observou menor produção de frutos não comerciais no tratamento sem aplicação de CO<sub>2</sub>.

Os resultados observados na Tabela 8 mostram que o tratamento com maior número de frutos, apresentaram também uma maior produtividade. Os resultados encontrados para os tratamentos T3, T1, T2 e T4 foram 2,07, 1,96, 1,96 e 1,64 número de frutos por planta, respectivamente. O peso médio dos frutos apresentou os mesmos resultados encontrados no número frutos, onde os tratamentos T3, T1, T2 e T4 obtiveram 2,03, 2,02, 1,85 e 1,66 kg planta<sup>-1</sup> respectivamente (Tabela 8).

Resultados semelhantes foram encontrados por Kano (2002) que obteve 1,98 e 1,61 fruto por planta e 1,8 kg planta<sup>-1</sup> e 0,8 kg planta<sup>-1</sup>, com e sem aplicação de CO<sub>2</sub>, respectivamente. Os resultados de produção comercial, obtidas nos dois sistemas de cultivo foram semelhantes aos encontrado por Gusmão (2001) que obtiveram 1,82 kg planta<sup>-1</sup> e 1,95 frutos comerciais por planta, respectivamente.

O número de frutos planta<sup>-1</sup> não apresentou efeito significativo, entretanto em relação ao peso médio do fruto, houve efeito significativo para os tratamentos T3 e T1 em relação ao T4 (p<0,01), indicando que as variações da produtividade comercial podem ser atribuídas somente ao peso dos frutos. Pinto (1997) encontrou efeito significativo do CO<sub>2</sub> tanto para o peso médio como para o número de frutos comerciais.

#### **4.7.1 Índice de aproveitamento comercial da produção**

Verifica-se, na Figura 24, que o melhor índice de aproveitamento comercial (IAC – razão entre a produtividade comercial e a total) ocorreu no tratamento T1, onde

não ocorreu a melhor produtividade e a menor eficiência para o tratamento T4, indicando uma variação muito pequena entre os tratamentos. A análise de variância para IAC revelou efeito significativo ( $p < 0.05$ ) das épocas de aplicação pelo teste de Scott-Knott.

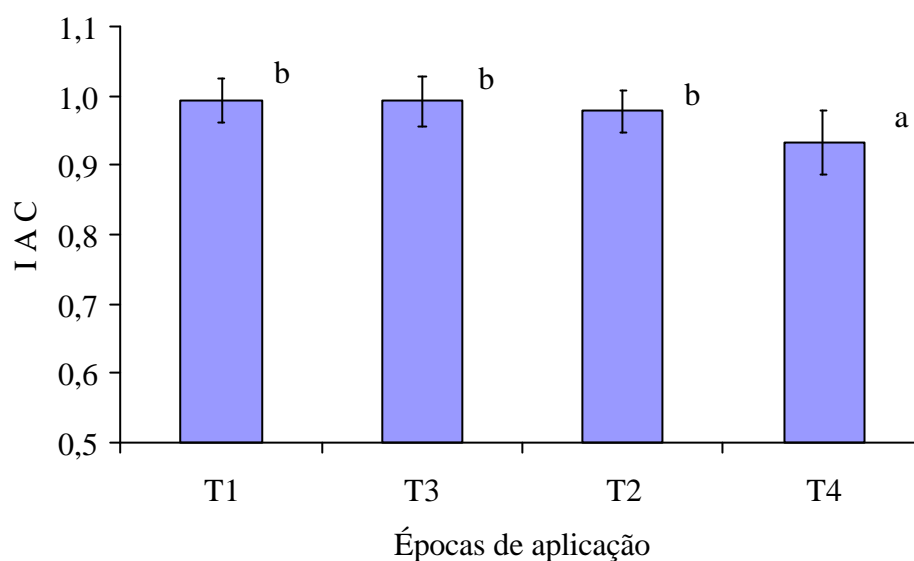


Figura 24 – Média dos valores da relação entre produção comercial e a produção total de frutos comerciais no meloeiro, para diferentes épocas de aplicação

## 4.8 Características físicas dos frutos comerciais

### 4.8.1 Diâmetro e comprimento

Os resultados encontrados em relação ao diâmetro e comprimento dos frutos estão mostrados na Figura 25. O tratamento que obteve maior produtividade resultou em menor comprimento e diâmetro, enquanto que o tratamento que resultou na menor produtividade apresentou maior diâmetro e comprimento.



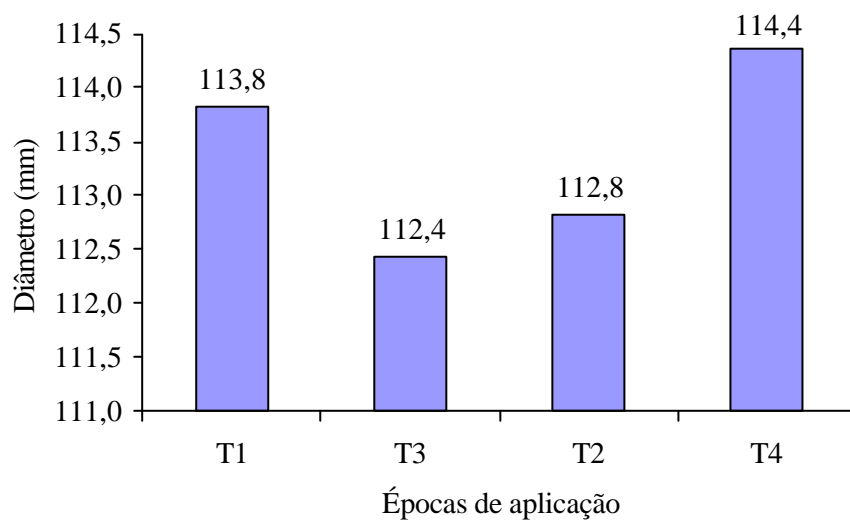
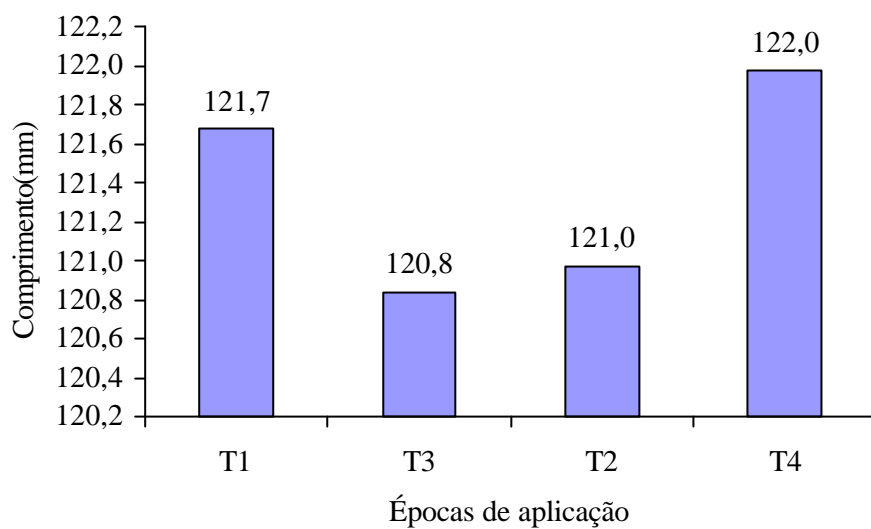


Figura 25 – Média dos diâmetros e comprimentos dos frutos comerciais no meloeiro, para diferentes épocas de aplicação

A análise de variância para comprimento e diâmetro não revelou efeito significativo ( $p < 0.05$ ) das épocas de aplicação pelo teste de Tukey.

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 produtividade, quando comparado aos valores encontrados neste trabalho.

#### 4.9 Características químicas dos frutos comerciais

O pH e o ° Brix da polpa não apresentaram efeitos significativos, enquanto que para a acidez total do suco houve efeito significativo dos tratamentos T3 e T1 em relação ao T2 e T4 ( $p < 0,01$ ).

Na Tabela 9 verifica-se que para o tratamento T2 onde 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.

Tabela 9. Brix, pH da polpa e acidez total do sulco em meloeiro cultivado em ambiente protegido.

| Tratamento | Brix*  | pH*   | AcT (%)* |
|------------|--------|-------|----------|
| T1         | 12,16a | 6,03a | 0,135ab  |
| T3         | 12a    | 6,06a | 0,154a   |
| T2         | 10,33a | 5,99a | 0,118b   |
| T4         | 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

Quanto ao pH da polpa, observa-se que o tratamento que não recebeu CO<sub>2</sub> obteve o maior pH da polpa e maior teor de sólidos solúveis, enquanto que o tratamento que recebeu o CO<sub>2</sub>, durante o florescimento e frutificação, apresentou o menor pH e o menor °Brix.

#### 4.10 Eficiência do uso de água

Na Figura 26 estão mostrados os valores encontrados para eficiência no uso de água ( $\text{kg m}^{-3}$ ) que foram: 16,35 e 14,26, com aplicação de  $\text{CO}_2$  na fase de frutificação e sem aplicação de  $\text{CO}_2$ , respectivamente. Estes valores foram maiores aos observados por Pinto (1997), que encontrou  $12,15 \text{ kg m}^{-3}$  e  $9,54 \text{ kg m}^{-3}$ , com e sem aplicação de  $\text{CO}_2$ , respectivamente. Entretanto, Hernandez (1995), encontrou valores superiores compreendidos entre  $17,53$  e  $19,82 \text{ kg m}^{-3}$ . Por outro lado estão próximos aos resultados encontrados por Cardoso (2002), que variou de  $14,63$  a  $19,14 \text{ kg m}^{-3}$ .

A análise de variância para eficiência do uso da água não revelou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) das épocas de aplicação pelo teste de Tukey.

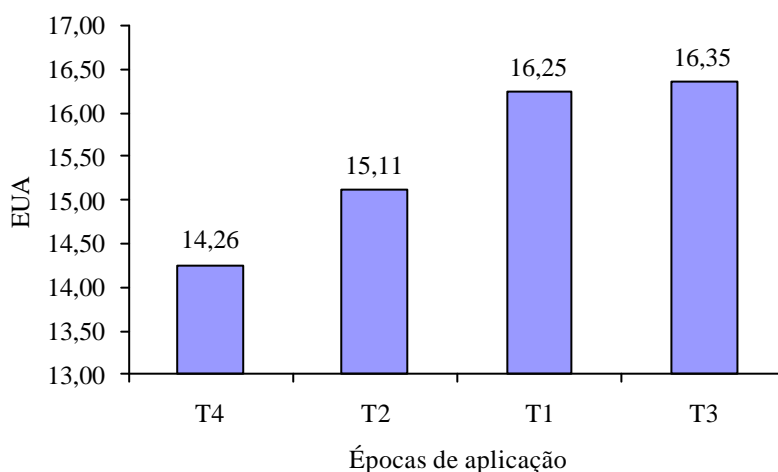


Figura 26 – Valores de eficiência de uso de água, para diferentes épocas de aplicação

#### 4.11 Variação do pH

Os resultados mostram que o pH antes da aplicação do  $\text{CO}_2$  e antes da fertirrigação estava entre 6,0 – 6,4, e após a aplicação do  $\text{CO}_2$  decrescia para 4,4 e 4,6. Este efeito também se verificou quando se injetou o adubo via água de irrigação. As medidas realizadas de hora em hora constatou uma redução temporária do pH da solução do solo. Esta variação segundo Ibrahim (1992) pode estar associada à ocorrência de carbonato de cálcio, proveniente da reação do ácido carbônico formado pela aplicação de  $\text{CO}_2$  via água de irrigação com o cálcio presente no solo, produzindo bicarbonato de

cálcio que pode acarretar aumento do pH do solo. D'Andria (1990) também constatou redução temporária do pH da água de irrigação de 6,4 para 4,5 nos tratamentos que receberam CO<sub>2</sub>.

#### **4.12 Análise econômica**

Para avaliar a rentabilidade econômica para a cultura do melão, sob aplicação de CO<sub>2</sub> calculou-se o fator de recuperação de capital (FRC) para 5 anos a uma taxa de 12% a.a e depois a relação benefício – custo. O custo de produção da cultura foi levantado e os dados obtidos no tratamento 4 (testemunha) podem ser verificados na Tabela 9. O custo de produção para a área descrita no experimento (224,00 m<sup>2</sup>) foi de US\$ 4.460,90 . Este alto valor deve-se ao custo de implantação da estufa. A estufa é necessária para variedade de melão plantada, que possui alto valor comercial, por não aceitar água na folha devido à incidência de chuvas em provocar doenças, ser exigente em temperaturas elevadas e também a concepção de plantios fora da safra. O custo do quilograma do CO<sub>2</sub> aplicado foi de US\$ 1,70, na dose usada, significando um incremento custo na produção na ordem de US\$ 27,00 ha<sup>-1</sup>. Portanto, se comercializarmos o melão em duas épocas do ano, com preços US\$ 1,35 kg<sup>-1</sup> e US\$ 0,70 kg<sup>-1</sup>, correspondentes a entre safra e safra, pode-se agregar mais valor.

Para os valores de produtividade envolvidos no cálculo da análise, foram escolhidos mediante os tratamentos que proporcionaram maior incremento na produtividade (8,3 t ha<sup>-1</sup>), com aplicação de CO<sub>2</sub>, comparando com o tratamento que não recebeu CO<sub>2</sub>. A Tabela 10 apresenta os custos necessários para a produção do melão sem aplicação do CO<sub>2</sub>, via água de irrigação. A Tabela 11 mostra a relação benefício/custo.

Tabela 10. Estimativa de custo de produção para 224 m<sup>2</sup> de estufa de melão Bônus n<sup>o</sup>2, para região de Piracicaba, SP

| <b>Discriminação</b>                  | <b>Unidade</b> | <b>Quantida<br/>de</b> | <b>Vr.<br/>Unitário<br/>(R\$)</b> | <b>US\$</b>      |
|---------------------------------------|----------------|------------------------|-----------------------------------|------------------|
| <b>1.INSUMOS</b>                      |                |                        |                                   | <b>88,33</b>     |
| <b>1.2. Sementes</b>                  | <b>g</b>       | <b>100</b>             | <b>100,00</b>                     | <b>33,33</b>     |
| <b>1.3. Fertilizantes</b>             |                |                        |                                   | <b>55,00</b>     |
| . Nitrato de Amônia                   | Kg             | 50                     | 0,71                              | 11,83333333      |
| . Superfosfato triplo                 | Kg             | 50                     | 0,44                              | 7,333333333      |
| . Nitrato de potássio                 | Kg             | 50                     | 0,65                              | 10,83333333      |
| . Arbore boro e zinco                 | Lt             | 2                      | 10                                | 6,66666667       |
| . Ácido fosfórico                     | Lt             | 1                      | 20                                | 6,66666667       |
| . Nitrato de cálcio                   | Kg             | 50                     | 0,7                               | 11,6666667       |
| <b>1.4. Defensivos</b>                |                |                        |                                   | <b>57,46</b>     |
| . Decis                               | Lt             | 0,3                    | 39                                | 3,9              |
| . Daconil/Dacot/Vanox                 | Kg             | 0,5                    | 30,8                              | 5,133333333      |
| . Orthene                             | Kg             | 0,5                    | 12                                | 2                |
| . Karatê/Decismatch                   | Lt             | 0,5                    | 49                                | 8,16666667       |
| . Confidor/Akitara                    | Kg             | 0,1                    | 400                               | 13,33333333      |
| Benlate                               | Kg             | 1                      | 50                                | 16,6666667       |
| . Óleo vegetal                        | Lt             | 6                      | 4,13                              | 8,26             |
| <b>1.5. Energia</b>                   | <b>kw.h</b>    | <b>12,5</b>            | <b>0,0733</b>                     | <b>0,31</b>      |
| <b>1.6. Colméia</b>                   | <b>Un</b>      | <b>1</b>               | <b>50</b>                         | <b>16,67</b>     |
| <b>1.7. Frete de insumos</b>          |                |                        |                                   | <b>3,33</b>      |
| <b>2. MECANIZAÇÃO</b>                 | <b>H/M</b>     |                        |                                   | <b>100,45</b>    |
| . Preparo do solo                     | H/M            | 15                     | 7,93                              | 39,65            |
| . Transp. Frutos                      | H/M            | 1                      | 7,93                              | 2,643333333      |
| . Serv. Gerais                        | H/M            | 2                      | 7,93                              | 5,28666667       |
| . Plantio e replantio                 | H/D            | 8                      | 7,93                              | 21,1466667       |
| . Pulverização costal                 | H/D            | 3                      | 7,93                              | 7,93             |
| . Capinas manuais                     | H/D            | 2                      | 7,93                              | 5,28666667       |
| . Proteger os<br>frutos/Monitoramento | H/D            | 5                      | 7,93                              | 13,2166667       |
| . Colheita/seleção                    | H/D            | 2                      | 7,93                              | 5,28666667       |
| <b>Total (Produção)</b>               |                |                        |                                   | <b>266,55</b>    |
| <b>Investimento</b>                   |                |                        |                                   |                  |
| <b>Irrigação</b>                      | un             | 1                      | 800,00                            | 266,666667       |
| <b>Estufa (224 m<sup>2</sup>)</b>     | un             | 1                      | 11782,00                          | 3927,333333      |
| <b>Total Geral</b>                    |                |                        |                                   | <b>4460,5454</b> |

Tabela 11. Análise econômica para o melão em estufa (224m<sup>2</sup>) para a região de Piracicaba.

|                           | 1 ANO        |                | 2 ANO        |                | 3 ANO        |                | 4 ANO        |                | 5 a 10 ANOS  |                |
|---------------------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
|                           | *1 safra ano | **2 safras ano | *1 safra ano | **2 safras ano | *1 safra ano | **2 safras ano | *1 safra ano | **2 safras ano | *1 safra ano | **2 safras ano |
| Custo de Produção         | 224,82       | 449,65         | 224,82       | 449,65         | 224,82       | 449,65         | 224,82       | 449,65         | 224,82       | 449,65         |
| Custo com CO <sub>2</sub> | 27           | 27             | 27           | 27             | 27           | 27             | 27           | 27             | 27           | 27             |
| Custo anual fixo          | 742,3        | 742,3          | 742,3        | 742,3          | 742,3        | 742,3          | 742,3        | 742,3          | 742,3        | 742,3          |
| Receita Bruta             |              |                |              |                |              |                |              |                |              |                |
| Com CO <sub>2</sub>       | 1398,0       | 2122,9         | 1398,0       | 2122,9         | 1398,0       | 2122,9         | 1398,0       | 2122,9         | 1398,0       | 2122,9         |
| Sem CO <sub>2</sub>       | 1146,1       | 1740,4         | 1146,1       | 1740,4         | 1146,1       | 1740,4         | 1146,1       | 1740,4         | 1146,1       | 1740,4         |
| Receita Líquida           |              |                |              |                |              |                |              |                |              |                |
| Com CO <sub>2</sub>       | 403,9        | 904,0          | 403,9        | 904,0          | 403,9        | 904,0          | 403,9        | 904,0          | 403,9        | 904,0          |
| Sem CO <sub>2</sub>       | 179,0        | 548,4          | 179,0        | 548,4          | 179,0        | 548,4          | 179,0        | 548,4          | 179,0        | 548,4          |
| Relação benefício - custo |              |                |              |                |              |                |              |                |              |                |
| Com CO <sub>2</sub>       | 1,406299     | 2,135491       | 1,406299     | 2,135491       | 1,406299     | 2,135491       | 1,406299     | 2,135491       | 1,406299     | 2,135491       |
| Sem CO <sub>2</sub>       | 1,185091     | 1,799583       | 1,185091     | 1,799583       | 1,185091     | 1,799583       | 1,185091     | 1,799583       | 1,185091     | 1,799583       |

\*Safra fora de época, o preço da fruta é US\$ 1,35.

\*\* Safra de época, o preço da fruta é US\$ 0,70.

US\$ 1= 3,00 R\$

## 5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos e para as condições em que foram desenvolvidos estes experimentos, conclui-se que:

As produtividades de frutos responderam a aplicação de CO<sub>2</sub> nas fases de frutificação (T3) e florescimento (T1) em relação à aplicação na fase florescimento mais frutificação (T2) e sem aplicação de CO<sub>2</sub> (T4).

A aplicação do CO<sub>2</sub> para os tratamentos na frutificação (T3) e florescimento (T1) contribuíram para incrementos de 18%,17% em relação ao tratamento sem CO<sub>2</sub> (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 CO<sub>2</sub> não alterou o desenvolvimento vegetativo das plantas e nem a qualidade dos frutos (Brix e pH), apenas o tratamento 3 observou-se uma menor acidez.

As altas produtividades obtidas, os frutos com boas características qualitativas e as receitas obtidas com a cultura do melão, qualificam a região de Piracicaba como apta para a sua produção sob ambiente protegido, sendo mais uma opção na diversidade agrícola.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOCK, B.; ACOCK, M.C.; PASTERNAK, D. Interactions of CO<sub>2</sub> enrichment and temperature on carbohydrate production in muskmelon leaves. **Journal of American for horticultural Science**, v.115, n.4, p.525-529, 1990.
- ALLEN JUNIOR, L. H., Plant responses to rising carbon dioxide and potential interactions with air pollutants. **J. Environment Quality**. v.19,n.1,p. 15-34, 1990.
- ANDRIA, D.R. Drip irrigation of tomato using carbonated water and mulch in colorado. **Acta Horticulturae**, n.278, p.179-185, 1990.
- ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999.142p.
- ARAÚJO, J. P. **Cultura do melão**. Petrolina: CPATSA EMBRAPA, 1980.p.40.
- ARAÚJO, W. F. Aplicação de água carbonatada em abobrinha cultivada em solo com e sem cobertura plástica. Piracicaba, 2002. 86p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- ARTECA, R.N.; POOVAIAH, B.W. Absorption of <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> by potato roots and its subsequent translocation. **Journal of the America Society for Horticultural Science**, v.107, n.3, p. 398-401, 1982.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. Qualidade de água na agricultura. Trad. Gheyi, H.R.; Medeiros, J.F. **FAO irrigation and drainage**. v.29, n.1.1985.p.174
- BAKER,R. trichoderma spp, as plant-growth stimulants. **Critical Reviews in Biotechnology**, v.7, n.2, p.97-106, 1988.
- BARON, J.J.; GORSKI, S.F. Response of Eggplant to a Root Environment Enriched with CO<sub>2</sub>. **HortScience**, v.21, n.3, p.495-498, 1986.



- BASILE, G.; ARIENZO, M.; ZENA, A. Soil nutrient mobility response to irrigation with carbon dioxide enriched water. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.24, n.11/12, p.1183-1195, 1993.
- BELFORT, C.C.; HAAG, H.P.; MATSUMOTO, T.; CARMELLO, Q.A.C.; SANTOS, J.W.C. Nutrição mineral de hortaliças. Acumulação de matéria seca e recrutamento de macronutrientes pelo melão ( *Cucumis melo* L. cv. Valenciano Amarelo CAC). **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, v.43, p.189-218, 1986.
- BERNADI, J. B. Instruções Práticas: A cultura do melão. **Boletim Informativo Instituto Agrônomo Campinas**, n.73, p.73 – 90, 1974.
- BRANDÃO FILHO, J.U.T.; VASCONCELLOS, M.A.S. A cultura do meloeiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. **Cultivo de hortaliça em ambiente protegido**. São Paulo: Unesp, 1998. cap.6, p.161-193.
- BRAUD, H.J. Subsurface irrigation in the Southeast. In: **Proceedings Naturaly Irrigation Symp.**, E1 -E9, St. Joseph, Mich.: ASAE.
- BUI, W.; OSGOOD, R.V. Subsurface irrigation trial for alfalfa in Hawaii. In: NATIONAL IRRIGATION SYMPOSIUM,3., St. Joseph Mich, 1990. **Proceedings** St. Joseph: ASAE, p.658-660, 1990.
- BURT, C.E. Is buried drip the future with permanent crops. **Irrigation Bus. Technology** v.3, n.1, p.20-22.
- CAMP, C.R.; Subsurface Drip Irrigation: A Review. **Transactions of the ASAE**, v.41, n.5, p.1353-1367, 1998.
- CARARO, D.C. Efeito de diferentes lâminas de água na presença e na ausência de CO<sub>2</sub> injetado na água de irrigação sobre a cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado em estufa. Piracicaba, 2000. 70p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- CARDOSO, S. da S. Doses de CO<sub>2</sub> aplicadas através da irrigação no meloeiro rendilhado ( *Cucumis melo* L.) cultivado em ambiente protegido . Piracicaba, 2002. 101p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- COSTA, C.P.,PINTO, C.A.B.P. **Melhoramento de hortaliças**. ESALQ: Piracicaba, 1977.p.164 – 178.
- D' ALBUQUERQUE JUNIOR, B.S.; MOUSINHO, F.E.P.; COELHO, R.D. Caracterização da intrusão radicular em gotejadores enterrados nas culturas de café e citrus. (compact disc) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA,23., Goiânia,Go., 2003. Anais Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola,2003.
- D'ANDRIA, R.; NOVERO, R.; SMITH, D.H.; SHANAHAN, J.F.; MOORE, F.D. Drip irrigation of tomato using carbonated water and mulch in Colorado. **Acta Horticulturae**. n.278, p.179-185, 1990.
- DAVIS R.M.; JUNIOR, G.N.; DAVIS, H. p. et al, Development aspects of field-to-field variations in selected cantaloupe characteristics (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud.). **Hilgardia**, v.38, p.165-180, 1967.
- DAVIS S.; NELSON, D. Subsurface irrigation today and tomorrow in California. In PROCEEDINGS NATURALY IRRIGATION SYMP. H1- H8. St. Joseph,1970, Mich.: ASAE. 1970a.p.127
- DAVIS S.; NELSON, D. Subsurface irrigation today and tomorrow in California. In PROCEEDINGS NATURALY IRRIGATION SYMP. H1- H8. St. Joseph,1970, Mich.: ASAE, 1970b.p.321
- DAVIS, S.; PURGH, W.J. Drip irrigation: surface and subsurface compared with sprinkler and furrows. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2., San Diego, 1974. **Proceedings** San Diego: ASAE, , 1974. p.109-114.
- DETAR W. R.; BROWNE G. T.; PHENE, C. J.; SANDEN, B. L.. Real-time irrigation scheduling of potatoes with sprinkler and subsurface drip systems. **In: INT'L. CONT. ON EVAPOTRANSPIRATION AND IRRIGATION SCHEDULING**,1996.Procedings St. Joseph :ASAE. 1996. p. 812-824.
- DOORENBOS, J.; PRUIT, W.O. **Las necesidades de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 1976. 194p. (FAO Boletim,24).

- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Trad. de H.R. Gheyi, A.A. de Sousa, F.A.V. Damasceno e J.F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 33).
- DURÃO, P.L.; GALVÃO, A.C. Gás carbônico em irrigação. **Ciência Hoje**, v.19, suplemento n.110, 1995.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999.412p.
- 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.
- FARIA, L. F. Variação de vazão de gotejadores enterrados na irrigação de citrus e café. Piracicaba, 2002. 102. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. São Paulo: Epu, 1985.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura**: Cultura e comercialização de Hortaliças.2.ed. São Paulo: Agronômica Ceres,1981 v.2,p. 223 – 233.
- FILGUEIRAS, H.A.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. et al. Colheita e manuseio em pós-colheita. In: ALVES, R.E. (Coord.) **Melão: Pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA. 2000. 43p.
- FISCHER, M.; MATTHIES, D.; SCHNID, B. Responses of rare calcareous grassland plant to elevated CO<sub>2</sub>: a field experiment with *gentianella germanica* and *Gentiana cruciata*. **Journal of Ecology**, v.85, n.5, p.681-691, 1997.
- FORD, M.A.; THORNE, G.N. Effect of CO<sub>2</sub> Concentration on Growth of Sugar-beet, Barley, Kale and Maize. **Annals of Botany**, v.31, n.124, p.629-644, 1967.
- FORD, M.A.; THORNE, G.N. Effect of CO<sub>2</sub> concentration on growth of sugar-beet, barley, **Kale and maize**. **Annals of Botany**, v.31, n.629, 1967.

- FRIZZONE, J.A.; SILVEIRA, S.F.R. Análise econômica de projetos hidroagrícolas. In: SILVA, D.D. da.; PRUSKI, F.F. **Gestão de recursos hídricos**: aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretária de Recursos Hídricos; Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2000. cap.5, p.449-615.
- FURLAN, R.A., ALVES, D.R.B., FOLEGATTI, M.V., BROTEL, T.A. MINAMI, K. Dióxido de carbono aplicado via água de irrigação na cultura da alface. **Horticultura Brasileira**, v.19,n.1,p.25-29, 2001.
- FURLAN, R.A.; ALVES, D.R.B.; FOLEGATTI, M.V. Dióxido de carbono aplicado via água de irrigação na cultura da alface. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.1, p.25-29,2001.
- GALMMON, R. H., E. T. Sundquist, and P. J. Fraser. History of carbon dioxide in the atmosphere. In: TRABALKA J.R. (Ed), Atmosphere Carbon Dioxide and Global Carbon Cycle. p. 25-62. Springfield, Virginia 1985.
- GALVÃO, A. Resultados finais da aplicação de CO<sub>2</sub> na cultura da acerola. 1993. Apostila,
- GAO, Q.; ZHANG, X. A simulation study of responses of the Northeast China transect to elevated CO<sub>2</sub> and climate change. **Ecological Applications**, v.7, n.2, p.470-483, 1997.
- GOLBERG, D., SHMUELI, M. Drip irrigation: a method used under arid desert conditions of high water and soil salinity. **Transactions of the ASAE**, v.13, p.38-41, 1970.
- GUSMÃO, S.A.L. de. Interação genótipo x ambiente em híbridos de melão rendilhado (*Cucumis melo* var. *reticulatus* Naud.). Jaboticabal, 2001. 143p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
- HANSON, B.; SCHWANKL, L.; GRATTAN, S.; PRICHARD, T. **Drip irrigation for row crops**.. Davis University of California., Davis, 1994.p.58 (Water management series publication number 93-05)

- HANSON, E.G.; PETTERSON, T.C.; Vegetable production and water-use efficiencies as influenced by drip, sprinkler, subsurface, and furrow irrigation methods. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2., San Diego, 1974. **Proceedings** San Diego: Drip Irrigation, 1974.p.97-102.
- HENGGELER, J.C. A history of drip-irrigate cotton in Texas. In: INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 3., St. Joseph Mich, 1995. **Proceedings** St. Joseph: ASAE, p.669-674. 1995.
- 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.
- HODGMAN, C. D.; WEAST, R. C.; WALLACE, C. W.; SELBY, S. M. **Handbook of Chemistry and Physics**. Cleveland, Ohio, Chemical Rubber Publishing 36.ed.1955.p. 2686
- HUDSON, T.; HARTMANN, T.; FLOCKER, W.J. et al. **Plant science**: growth, development and utilization of cultivated plants. New York: Prentice-Hall, 1981, p.551-552: Vegetable crops for fruits seeds.
- HUNSAKER, D. J.; KIMBALL, B. A.; PINTER JUNIOR, P.J. et al. Carbon dioxide enrichment and irrigation effects on wheat evapotranspiration and water use efficiency. **Transactions of the ASAE**, v. 39, n.4, p.1345 – 1355, 1996.
- IBRAHIM, A. Response of plant to irrigation with CO<sub>2</sub> enriched water. **Acta Horticulturae**, n.323, p.205-214, 1992.
- IDSO, S. B. **Carbon Dioxide and Global Change**: Earth in transition.. Tempe: IBR Press, 1989.p.34
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do IAL**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 1, 3. ed. São Paulo, 1985.
- ISLAM, M.S.; MATSUI, T.; YOSHIDA, Y. Effect of carbon enrichment on physico-chemical and enzymatic changes in tomato fruits at various stages of maturity. **Scientia Horticulturae**, v.65, n.2/3, p.137-149, 1996.

- ISLAM, M.S.; MATSUI,T.; YOSHIDA,Y. Effect carbon dioxide enrichment on physico- chemical and enzymatic changes in tomato fruits at various stages of maturity. **Scientia Horticulturae**, v. 65, p. 137-149,1996.
- KAGOHASHI, S., KANO, H. KAGAYAMA, M. Studies on the nutrition of muskmelon (*Cucumis melo* L.): I Characteristics of nutrient up Take by muskmelon. **Hortciency Abstract.**, ,v.49,n.4. p. 224, 1979. (Abstract, 2565)
- KANO, C. Extração de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido com adição de potássio e CO<sub>2</sub> na água de irrigação. Piracicaba, 2002. 102p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- KIMBALL, B. A.; MITCHELL, S.T. Low-cost carbon dioxide analyzer for greenhouses. **HortScience**,v.14. p180-182, 1979.
- KRIZEK, D. T. The changing atmosphere: Implications for agriculture. **Proceedings Agricultural Research Institute.** v.37,p. 21-34 ,1989.
- KUZNETSOVA , N.G.; AGAZAMOVA, N. A. The effect of potassium on seed quality and its after – effect on the resistance of melons to wilt on grey soil. **Hortciency Abstract.** v.45,n.12. p. 841, 1975. (Abstract, 9550).
- MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação** 4.ed. /Piracicaba: Editora Agronômica, 1979, p.62-76.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A.de.Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. Piracicaba: **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato**, 1989. 201p.
- MILLAR, A.A. **Manejo racional da irrigação:** uso de informações básicas sobre diferntes culturas. Brasília: IICA, 1984. 57p. (IICA, Série Publicações miscelâneas, 461).
- MOORE, F.D. Potential for irrigation with carbon dioxide. **Acta Horticulturae**, n.278, p. 168-175, 1991.
- MUDRIK, V.A.; ROMANOVA, A.K.; IVANOV, B.N. Effect of increased CO<sub>2</sub> concentration on growth, photosynthesis, and composition of *Pisum sativum* L. plant. **Russian Jornal of Plant Physiology**, v.44, n.2, p.165-171, 1997.

- NOVERO, R.; SMITH, D.H.; MOORE, F.D.; SHANAHAN, J.F.; D'ANDRIA, R. Field-grown tomato response to carbonated water application. **Agronomy Journal**, v.5, n.83, p.911-116, 1991.
- ORON, G.; DEMALACH, Y.; GILLIERMAN, L. et al. Pear response to saline water application under subsurface drip irrigation. In: INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 5., St. Joseph, 1991. **Proceedings** St. Joseph: ASAE, p.97-103, 1991.
- PHENE, C.J.; DETAC, W.R.; CLARK, D.A. Real-time irrigation scheduling of cotton with an automated pan evaporation system. **Applied Engineering in Agriculture**, v.8, n.6, p.787-793, 1992a.
- PHENE, C.J.; HUTMACHER, R.B.; AYARS, J.E. et al. Maximizing water use efficiency with subsurface drip irrigation. St. Joseph: ASAE. 1992c. (**ASAE Paper** 92-2090).
- PHENE, C.J.; HUTMACHER, R.B.; DAVIS, K.R. Two hundred tons per hectare of processing tomatoes. **HortTechnol**, V.2, n.1, p.16-22, 1992b.
- PINTO, J.M. Aplicação de dióxido de carbono via água de irrigação em meloeiro. Piracicaba, 1997. 82p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- PINTO, J.M.; SOARES, J. M.; CHOUDHURY, E. N.; PEREIRA, J. R. Adubação via água de irrigação na cultura do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v.28, n.11, p.1263 – 1268, 1993.
- PRABHAKAR, B.S.; SRINIVAS, K.; SHUKLA, V. Yield and quality of muskmelon (cv. Hara madhu) in relation to spacing and fertilization. **Progressive Horticulture**, v.17, n.1, p. 51-55, 1985.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico, Fundação IAC, 1996. 285p.

- SANCHÉZ, L.R.; SIRONI, J.S.; CRESPO, J.A.P. et al. Growth and nutrient absorption by musk melon crop under greenhouse conditions. In: CARPENA, R.M.(Coord.) International Symposium on water quality and quantity in greenhouse horticulture. **Acta Horticulture**, n.458, p.7, 1996.
- SCHAFFER, B.; SEARLE, C.; WHILEY, A.W.; NISSEN, R.J. Effects of atmospheric CO<sub>2</sub> enrichment and root restriction on leaf gas exchange and growth of banana (*Musa*). **Physiology Plant**, v.97, p. 685-693, 1996.
- SENTELHAS, P.C. Estimativa diária da evapotranspiração de referência com dados de estação meteorológica convencional e automática. Piracicaba, 1998. 97p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SILVA, E.F.F.; BLANCO, F.F.; DUARTE, S.N. et al. Distribuição de sais no solo em vasos sob fertirrigação de alta frequência. In: WORKSHOP DE FERTIRRIGAÇÃO : flores, frutas e hortaliças, 2., Piracicaba, 2001. resumos. Piracicaba: ESALQ, 2001a.p.139-152: Artigos científicos.
- SILVA, H.R.; MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. et al. **Cultivo do meloeiro para o Norte de Minas Gerais**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2000. 22p. (Circular Técnica, 20).
- SOUSA, V.F. de; Frequência de aplicação de N e P via água de irrigação por gotejamento na cultura do meloeiro(*Cucumis melo* L. cv. El dourado 300) em solos de textura arenosa. Botucatu,1993.p.131. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
- SOUSA, V.F. de.; DUARTE, R.L.R.; SOUSA, V.A.B. de.; MACAMBIRA, D.M.; GOMES, O. do C. Produtividade e qualidades de frutos e cultivares de melão (*Cucumis melo* L.) sob fertirrigação por gotejamento. **Horticultura Brasileira**, 1997b.
- SOUSA, V.F.; COELHO, E.F.; SOUSA, V.A.B. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.659-664, 1999.



- SOUSA, V.F.; RODRIGUES, B.R.N.; ATHAYDE SOBRINHO, C. et al. **Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no meio norte do Brasil**. Teresina: EMBRAPA: Meio-Norte, 1999a. 68p. (EMBRAPA: Meio-Norte. Circular Técnica, 21).
- SOUSA, V.F. de; COELHO, E.F.; A.S.; FOLEGATTI, M.V.; FRIZZONE, J.A. Doses de nitrogênio e potássio por fertirrigação na produtividade do meloeiro. In: Balbuena, R.H; Benez, S.H; Jorajuria, D. **Avances en el Manejo del Suelo y Agua en la Ingenieria Rural Latinoamericana**. La Plata,1998.p.195 – 200,1998.
- SOUSSANA, J.F.; CASELIA, E.; LOISEUA, P. Long-term effects of CO<sub>2</sub> enrichment and temperature increased on a temperature grass sward. II. Plant nitrogen budgets and root fraction. **Plant and Soil**, v.187, n.1, p.101-114, 1996.
- STANEV, V. P.; TSONEV, T.D. Carbon Dioxide Enrichment of Greenhouse **Crops. Status and CO<sub>2</sub> Sources**, v.1, p. 35 – 48,1986.
- STORLIE, C.A.; HECKMAN, J.R. Soil, plant, and canopy responses to carbonated irrigation water. **HortTechnology**, v.6, n.2, p.111-114, 1996b.
- VÁSQUEZ, M.A.N. Fertirrigação por gotejamento superficial e subsuperficial no meloeiro (*Cucumis melo* L) sob condições protegidas . Piracicaba, 2003. 152p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- VAZIRI. C. M.; GIBSON W.. Subsurface and drip irrigation for Hawaiian sugarcane. In REPORT HAWAIIAN SUGAR TECHNOL ANNUAL CONF, 31; Honolulu. Hawaii: Hawaiian Sugar Planters Assoc. 1972 .p.18-22.
- WHITNEY L. F. Review of subsurface irrigation in the Northeast. In.. NATURE. IRRIGATION Symp.,p.1-8. 1970. Proceedings St. Joseph. Mich ASAE,
- ZAPATA, M.N.; CABRERA, P.F.; BAÑON, S.A. et al. **El melon**. Madrid: Mundi Prensa,1989. 174p.
- ZETZSEN J.B.; NEWMAN, J.S. Subirrigation with plastic pipe. **Agricultural Engineering**, v.47,n.1, p. 74-75. 1966.