

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**CARACTERÍSTICA DE RECIPIENTE E DENSIDADE DE PLANTA DE
PEPINO, CULTIVADA EM SUBSTRATO DE FIBRA DE COCO COM
FERTIRRIGAÇÃO**

RUDGEN RODRIGUES CALDAS
Engenheiro Agrônomo

Prof. Dr. SHIZUO SENO
Orientador

Ilha Solteira
Estado de São Paulo – Brasil
2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**CARACTERÍSTICA DE RECIPIENTE E DENSIDADE DE PLANTA DE
PEPINO, CULTIVADA EM SUBSTRATO DE FIBRA DE COCO COM
FERTIRRIGAÇÃO**

RUDGEN RODRIGUES CALDAS

Engenheiro Agrônomo

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Sistemas de Produção.

Ilha Solteira
Estado de São Paulo – Brasil
2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

- | | |
|-------|---|
| C145c | <p>Caldas, Rudgen Rodrigues</p> <p>Característica de recipiente e densidade de planta de pepino, cultivada em substrato de fibra de coco com fertirrigação / Rudgen Rodrigues Caldas. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2008</p> <p>52 f. : il., fots. color.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2008</p> <p>Orientador: Shizuo Seno</p> <p>Bibliografia: p. 42-50</p> <p>1. Vasos. 2. Irrigação. 3. Hortaliças.</p> |
|-------|---|

*Aos meus queridos pais, José Rodrigues
de Oliveira e Maria de Fatima Caldas,
que sempre me apóiam e torcem pelo meu
sucesso, a Dijiani, minha noiva, pela
paciência e incentivo,*

DEDICO

*A minha irmã, sobrinha e avós pelo
apoio, estímulo e carinho em todos os
momentos de minha vida,*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

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

À Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia e ao Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, pelo apoio e oportunidade concedidos na realização desse curso;

Ao meu orientador Prof. Dr. Shizuo Seno, pela orientação, ensinamentos e apoio do início ao fim deste trabalho;

Aos professores componentes desta banca, Dr. Roberto Lyra Villas Boas (FCA de Botucatu - UNESP) e Dr. Francisco Maximino Fernandes, muito obrigado por atenderem prontamente ao nosso convite à banca;

A todos os professores da pós-graduação e aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (Pomar): Alceniro, Cláudio, Edson e Francisco, pela valiosa ajuda na condução do experimento;

Aos funcionários da Seção da Pós-Graduação e aos funcionários da Biblioteca da FEIS-UNESP que sempre me atenderam com muita atenção e simpatia;

Ao doutor Alexander Seleguini, pelas valiosas sugestões e disponibilidade em me ajudar;

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, ingressantes do ano 2006, por todos os momentos que vivenciamos juntos. Em especial aos colegas Helder Adriano de Souza Silva, Vagner do Nascimento, Flávio Ferreira da Silva Binotti, Elíozéas Vicente de Almeida e Elza da Silva Militão pela agradável convivência e descontração;

Muito obrigado a todos que direta ou indiretamente participaram da realização deste trabalho.

CARACTERÍSTICA DE RECIPIENTE E DENSIDADE DE PLANTA DE PEPINO, CULTIVADA EM SUBSTRATO DE FIBRA DE COCO COM FERTIRRIGAÇÃO

Autor: Engº. Agrº. Rudgen Rodrigues Caldas

Orientador: Prof. Dr. Shizuo Seno

RESUMO

Melhores condições de higiene, diminuição na incidência de doenças do solo e alternativa para a falta de espaço são as principais vantagens que o produtor encontra na utilização de recipientes para o cultivo de hortaliças em estufas. Esse trabalho teve como objetivo avaliar diferentes tipos de recipientes e densidade de planta com substrato de fibra de coco para o cultivo de pepino Hokuho, com uso da fertirrigação sob ambiente protegido. O experimento foi conduzido de setembro a novembro de 2006 na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira – SP. Os tratamentos constaram de cinco recipientes (calha por capilaridade, calha por gotejamento, vaso pequeno, vaso grande e travesseiro) e duas densidades de plantio (uma e duas plantas por cova). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com 4 repetições, cinco tipos de recipientes e duas densidades de plantio. Avaliou-se Condutividade elétrica (CE), altura das plantas, diâmetro do caule, número de hastes, massa média do fruto, produção de frutos tortos e produção de frutos comerciais. Os recipientes travesseiro, vaso grande e vaso pequeno foram os que proporcionaram as maiores produtividades, sendo recomendados entre eles aquele que propiciar o melhor custo benefício. Em relação

à densidade, recomenda-se uma planta por cova, pois esta proporcionou melhores resultados para altura, diâmetro, números de hastes secundárias produzidas, massa média do fruto e com produtividade semelhante a duas plantas por cova.

Palavras-chave: *Cucumis sativus* L., volume de recipientes, produtividade.

CHARACTERISTIC OF TRAYS AND DENSITY OF CUCUMBER PLANT, CULTIVED WITH COCONUT FIBER SUBSTRATUM WITH FERTIRRIGATION

Author: Rudgen Rodrigues Caldas

Adviser: Prof. Dr. Shizuo Seno

ABSTRACT

Better hygiene conditions, decrease in the incidence of diseases of the soil and alternative for the space lack is the main advantages that the producer finds in the use of containers for the cultivation of vegetables in greenhouses. That work had as objective to evaluate different types of containers with coconut fiber substratum for the cucumber crop cultivar Hokuho, with use of the fertirrigation under protected conditions. The study was conducted from September to November of 2006 in the experimental area of São Paulo State University – UNESP, Campus of Ilha Solteira – SP. The treatments consisted of five containers (drain for capillarity, drain for drip, small and big vase and pillow) and two planting densities (one and two plants by hole). It was used a randomized blocks design with 4 repetitions: five types of containers and two planting densities. Electric conductivity was evaluated (CE), height of plants, medium mass of fruit, production of crooked fruits and production of commercial fruits. The containers pillow, large or small vase were those that provided the greatest productivity, and recommended including one that provide the best cost benefit. Regarding density, it is recommended a plant by hole, as this provided better results for height of plants, medium mass of fruit and productivity similar to two plants by hole.

Index Terms: *Cucumis sativus* L., volume of containers, productivity.

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1 - Médias das temperaturas mínimas, médias e máximas do ar nos intervalos semanais, ocorridas no período de 05 de setembro a 29 de novembro de 2006. UNESP - Ilha Solteira	31
Figura 2 - Evolução dos valores médios semanais de condutividade elétrica (CE) das soluções drenadas dos vasos e calha por gotejamento e calha por capilaridade durante o experimento. UNESP - Ilha Solteira, 2006	32

LISTA DE TABELAS

PÁGINA

Tabela 1 - Densidade, espaço poroso, quantidade de água retida na capacidade de campo e espaço ocupado pelo ar na capacidade de campo do substrato fibra de coco utilizado no cultivo de pepino Hokuho, em ambiente protegido. UNESP - Ilha Solteira, 2006	25
Tabela 2 - Componentes utilizados como fonte de macro e micronutrientes no preparo da solução nutritiva. UNESP - Ilha Solteira (SP), 2006.....	26
Tabela 3 - Esquema de análise de variância proposto para o experimento	29
Tabela 4 - Valores de quadrado médio da análise de variância e respectivos níveis de significância do teste F da altura de plantas aos 15, 30 e 65 dias após o transplante (d.a.t) das mudas de pepino Hokuho. UNESP - Ilha Solteira, 2006	32
Tabela 5 - Médias da altura de plantas aos 15, 30 e 65 dias após o transplante de mudas (d.a.t) em função dos recipientes e das densidades de plantio de pepino Hokuho, em ambiente protegido. UNESP - Ilha Solteira, 2006	33
Tabela 6 - Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente à altura aos 65 dias após o transplante das mudas de pepino Hokuho. UNESP - Ilha Solteira, 2006	34

Tabela 7 - Valores de quadrado médio da análise de variância e respectivos níveis de significância do teste F do diâmetro do caule aos 65 dias após o transplante (d.a.t) das mudas de pepino Hokuho. UNESP - Ilha Solteira, 200635

Tabela 8 - Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente ao diâmetro do caule aos 65 dias após o transplante do pepino. UNESP - Ilha Solteira, 200636

Tabela 9 - Valores de quadrado médio da análise de variância e respectivos níveis de significância do teste F do número de hastes aos 65 dias após o transplante (d.a.t) das mudas de pepino Hokuho. UNESP - Ilha Solteira, 200637

Tabela 10 - Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente ao número de hastes aos 65 dias após o transplante das mudas de pepino. UNESP - Ilha Solteira, 200637

Tabela 11 - Valores de quadrado médio da análise de variância e respectivos níveis de significância do teste F da massa média do fruto, produção de frutos tortos e produção de frutos comerciais pepino Hokuho. UNESP - Ilha Solteira, 200638

Tabela 12 - Massa média do fruto, produção de frutos tortos e produção de frutos comerciais de pepino Hokuho, em ambiente protegido. UNESP - Ilha Solteira, 2006.....40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. Cultura do pepino em ambiente protegido	15
2.2. Substrato de fibra de coco.....	17
2.4. Recipientes para substrato	19
2.5. Fertirrigação	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Época e localização do experimento	23
3.2. Caracterização do experimento	23
3.3. Implantação e condução do experimento	27
3.4. Manejo da fertirrigação	27
3.5. Avaliações realizadas	28
3.6. Delineamento experimental e análise estatística	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Condutividade elétrica.....	31
4.2. Altura de plantas	32
4.3. Diâmetro do caule	35
4.4. Número de hastes.....	36
4.5. Massa média do fruto, produção de frutos tortos e produção de frutos comerciais	38
5. CONCLUSÃO	41
6. REFERÊNCIAS	42
7. APÊNDICE	51

INTRODUÇÃO

O cultivo de hortaliças em ambiente protegido tem crescido muito nos últimos anos devido à melhor qualidade do produto e ao menor risco quanto a fatores ambientais adversos. Entre as culturas mais exploradas em ambiente protegido no Estado de São Paulo encontram-se o pimentão, pepino, tomate, alface, entre outras (TRANI et al., 1997).

A cultura do pepino tipo japonês (*Cucumis sativus* L.) é dentre os produtos hortícolas uma das mais utilizadas em sistema protegido, pois apresenta elevado valor econômico na entressafra da região centro-sul (maio a setembro) e ciclo vegetativo curto. Cultivares híbridos do tipo japonês alcançam elevada produtividade neste sistema de cultivo (YOSHIMURA; YOSHIDA; JAMPANI, s.d.).

A aplicação direta de tecnologias de produção a campo aberto em cultivos sob proteção, comum entre produtores, tem frustrado muitos deles, em razão do empirismo nas práticas adotadas. Os principais problemas enfrentados estão relacionados à utilização de cultivares não adaptados, ao manejo inadequado da irrigação e da fertirrigação, à salinização do solo, à ocorrência de nematóides e doenças de solo, ao alto custo de produção e à comercialização diferenciada (VÁZQUEZ, 1997; OLIVEIRA; CARRIJO; SILVA, 1997; SILVA et al., 1998 e SILVA; MAROUELLI, 1998).

O cultivo em substratos é uma alternativa ao sistema tradicional de produção em solo sob casa de vegetação que começa a ser utilizado por alguns produtores de hortaliças no Brasil, porém ainda de forma tímida, devido ao alto custo do sistema e das particularidades no manejo de água e nutrientes (MAROUELLI; CARRIJO; SILVA, 2003). Quando devidamente otimizado, esse sistema de cultivo proporciona

maior eficiência dos fatores de produção que o cultivo em solo. Ademais, substratos podem ser facilmente substituídos ou esterilizados, minimizando a incidência de nematóides, bactérias e fungos patogênicos na zona radicular (DEKKER, 1995).

A definição do recipiente para produção de qualquer cultura em hidroponia em substrato é um importante aspecto, pois pode influenciar na produtividade da cultura. Ao optar por recipientes, o agricultor deixa de depender de solos degradados e com patógenos, o que permite reduzir seus custos com fertilizantes e agroquímicos para controle de pragas como nematóides, por exemplo (SILVEIRA, 2006).

Este trabalho teve como objetivo analisar diferentes tipos de recipientes com substrato de fibra de coco para o cultivo de pepino japonês com fertirrigação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultura do pepino em ambiente protegido

Alguns experimentos têm sido realizados com o objetivo de se obter informações sobre o comportamento da cultura do pepino em casa de vegetação. Assim, Horino et al. (1987) avaliaram, em Brasília, as produções de duas cultivares de pepino (Hokusin e 662H), sob uma cobertura de polietileno de 0,1 mm de espessura e sem cobertura, em período chuvoso (janeiro e maio). Ao final da avaliação, os cultivares Hokusin e 662H obtiveram, respectivamente, produções de 141 e 146 t/ha, sob cobertura e de 113 e 114 t/ha, sem o uso da cobertura.

Diversos autores apresentam para o cultivo do pepino em estufa plástica rendimentos de 15 a 30 kg m⁻². (ALFONSO OSORIO; ELICIO MORAGA; RECAREDO ORELLANA, 1984; SERRANO CERMEÑO, 1979; ROBLEDO; MARTIN, 1981; ROBLES, 1985).

Robledo e Martin (1988) citam como produtividade para o pepino cultivado em casa de vegetação, valores máximos de 200 t/ha, e médios de 70 t/ha, superiores aos 40 e 50 t/ha obtidos na produção em campo aberto.

Galvani (2001) ao avaliar a produtividade do pepineiro (híbrido Hokuho) cultivado em ambiente protegido e a campo em ciclos de outono-inverno e primavera-verão verificou a influência positiva apenas do ambiente protegido no ciclo de outono-inverno, obtendo a produtividade de 19,98 kg m⁻².

Cardoso e Silva (2003) realizaram um experimento para verificar o desempenho de híbridos de pepino tipo japonês sob ambiente protegido em duas épocas de cultivo e obteve em média, maior produção no cultivo de outono-inverno.

No município de Ilha Solteira-SP, Koga (1999) pesquisaram os efeitos de diferentes tratamentos com diversos materiais orgânicos e verificaram os efeitos deste sobre algumas culturas sob casa de vegetação, entre elas a do pepino, a qual obteve uma produtividade média de $5,6 \text{ kg m}^{-2}$. Este resultado ficou muito próximo do obtido por Faria Júnior (1994), que avaliando diferentes híbridos de pepino para cultivo protegido, no mesmo município, obteve no ano de 1992 uma produtividade média de $5,87 \text{ kg m}^{-2}$ em casa de vegetação em arco e $5,62 \text{ kg m}^{-2}$ em casa de vegetação capela, contra $3,23 \text{ kg m}^{-2}$ no campo.

Ainda no município de Ilha Solteira-SP, Souza et al. (1999) realizou um experimento para verificar o desenvolvimento da cultura do pepino em solo coberto com filme de polietileno de diferentes cores, em ambiente protegido sob diferentes níveis de sombreamento adicional. No final do experimento, observou-se uma produção média total e comercial de $9,68$ e $8,02 \text{ kg m}^{-2}$, respectivamente.

Carneiro Junior (2001) ao pesquisar o uso de diferentes substratos na cultura do pepino em condições de ambiente protegido, também no município de Ilha Solteira-SP, obteve uma produção média total de $4,2$ e $1,32 \text{ kg m}^{-2}$, no primeiro e segundo cultivo, respectivamente.

Com o cultivo protegido, tornou-se possível alterar, de modo acentuado, o ambiente de crescimento e de reprodução das plantas, com controle parcial dos efeitos adversos do clima (CASTILLO, 1985). Desta forma, permite-se obter colheitas fora de época normal, maior crescimento das plantas, precocidade de colheita, possibilidade de maior eficiência no controle de doenças e pragas, redução de perdas de nutrientes por lixiviação, redução de estresses fisiológicos das plantas, aumento de produtividade, aumento do período de colheita para culturas de colheita múltipla e melhoria na qualidade de produção (BRANDÃO FILHO; CALLEGARI, 1999), radiação e umidade, que podem ser parcialmente controlados em ambiente protegido (FACTOR; ARAÚJO; CORTEZ, 2000).

2.2. Substrato de fibra de coco

Grande variedade de substrato pode ser utilizada em cultivos hidropônicos. Seu uso facilita a ancoragem das plantas, especialmente daquelas de porte mais alto como pepino, tomate, pimentão e melão (MARTINEZ; BARBOSA, 1999).

A finalidade de qualquer meio de cultivo é produzir uma planta de qualidade, no mais curto espaço de tempo, com os mais baixos custos de produção. Somando-se a isto, a obtenção e a eliminação do substrato, uma vez que tenha sido utilizado, não deveriam provocar impactos ambientais de importância (ABAD et al. 1995)

O resíduo da fibra de coco verde como substrato de cultivo tem sido utilizado com êxito. As razões de sua utilização são suas extraordinárias propriedades físicas, sua facilidade de manejo e sua característica ecológica. A fibra de coco é uma matéria-prima para fabricação de substratos que se destaca pela boa capacidade de retenção de água, assim como uma alta aeração. A utilização da fibra de coco verde como substrato para o crescimento de plantas tem sido pesquisada e os resultados mostram que as plantas que crescem em substratos contendo fibra de coco apresentam altas produções e qualidade em relação a outros substratos como areia, ou xaxim, o que a torna uma alternativa as práticas ecológicas (SISTEMA BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2008)

A maioria das plantas tem o solo como o meio natural para o desenvolvimento do sistema radicular, encontrando nele o seu suporte, fonte de água, ar e minerais necessários para a sua alimentação e crescimento. As técnicas de cultivo sem solo, através de substrato natural ou artificial, devem substituir este meio natural, proporcionando à planta aquilo que, de uma forma natural, ela encontra no solo (CANOVAS MARTINEZ citado por CASTELLANE; ARAÚJO, 1995).

Cultivos em substratos demonstram grande avanço frente aos sistemas de cultivo no solo, pois oferecem vantagens como o manejo mais adequado da água, o fornecimento de nutrientes em doses e épocas apropriadas, a redução do risco de salinização do meio radicular e a redução da ocorrência de problemas fitossanitários, que se traduzem em benefícios diretos no rendimento e qualidade dos produtos colhidos (ANDRIOLO et al., 1999).

A casca de coco, subproduto do uso e da industrialização da água e da castanha do coco é depositado em lixões e às margens de estradas. É um material de difícil decomposição levando mais de oito anos para se decompor. Segundo Rosa et al. (2001), 80 a 85% do peso bruto do coco verde é considerado lixo. A facilidade de produção, baixo custo e alta disponibilidade são outras vantagens adicionais apresentadas por este tipo de substrato.

As propriedades físico-químicas da fibra de coco variam bastante em função da fonte de matéria prima e do seu processamento. Sanches (1999) apresenta resultados de vários autores onde pode ser visualizada essa grande variabilidade. As propriedades físico-químicas da fibra apresentam os seguintes valores médios: pH = 5,4; condutividade elétrica (CE) = 1,8 dS/m; capacidade de troca catiônica (CTC) = 92 mmol_c dm⁻³; relação C/N = 132; d = 70 g/L; porosidade total = 95,6%; retenção de água = 538 ml/L; capacidade de aeração = 45,5% e água facilmente assimilável = 19,8%. Um substrato ideal deve possuir, entre outras características, uma porosidade acima de 85%, uma capacidade de aeração entre 10 e 30% e água facilmente assimilável de 20 a 30%. Portanto, as propriedades da fibra de coco conferem ao seu substrato características de boa qualidade. A grande percentagem de lignina (35-45%) e de celulose (23-43%) e a pequena quantidade de hemicelulose (3-12%), que é a fração prontamente atacada por microorganismos, conferem ao substrato de fibra de coco uma grande durabilidade (NOGUERA et al., 2000), sendo desta maneira, recomendável para cultivos de ciclo longo como as ornamentais. É também ideal para o cultivo de hortaliças sem o uso do solo, pois não sofre o processo de degradação acelerado causado pela intensa aplicação de água e fertilizante.

2.3. Recipientes para substrato

O cultivo sem solo surgiu como técnica racional, que busca otimização no uso da água, do espaço, do tempo, dos nutrientes e da mão-de-obra. Algumas variantes do cultivo sem solo foram desenvolvidas, destacam-se a hidroponia tipo NFT (“Nutrient Film Technique”) e cultivo em substratos. No cultivo em substratos utilizam-se recipientes preenchidos de material (substrato) que servem de sustentação para as plantas, por onde a solução nutritiva é percolada e drenada pela parte inferior (FURLANI et al., 1999). Como em geral o uso do substrato está relacionado ao uso de recipientes, a forma e o tamanho deste limitam o volume para o crescimento das raízes, quando comparados ao cultivo no campo, e influenciam na dinâmica da movimentação da água neste restrito volume. Neste caso, as características físicas do substrato como espaço poroso e densidade devem ser consideradas, uma vez que quanto menor a altura do recipiente, mais difícil será a drenagem. Portanto, em recipientes mais baixos, o substrato deve ser menos denso e mais poroso (KAMPF, 2000).

O cultivo de hortaliças do tipo fruto em substratos acondicionados em contentores (recipientes) de tamanho reduzido, especialmente sob irrigação por gotejamento, restringe o crescimento das raízes a um volume limitado de água, cujas condições de contorno são determinadas pelos limites físicos do contentor, disponibilidade de água e nutrientes, nível de salinidade e aeração no substrato. O reduzido volume de raízes, associado à pequena quantidade de água armazenada no substrato, requer que as irrigações sejam em regime de alta frequência e de baixo volume, o que torna o manejo adequado da irrigação decisivo para a obtenção de altos rendimentos e a otimização do uso de água e de nutrientes pelas plantas (MAROUELLI; CARRIJO; SILVA, 2003). Nesmith e Duval (1999), citados por Pereira e Martinez (1999), também observaram que a absorção de nutrientes é afetada pela restrição do desenvolvimento das raízes, causada pelo tamanho do recipiente.

A altura do recipiente limita a altura do substrato e, assim, a capacidade de recipiente, determinando o volume de macroporos ou espaço de aeração (DRZAL; CASSEL; FONTENO, 1999). Práticas de irrigação utilizadas são da mesma forma essenciais na definição das características de porosidade, assim como a forma

como o material é manejado antes da colocação da planta ou da semente (compactação, conteúdo de umidade, técnica de enchimento) (FONTENO, 1996).

Segundo Böhm (1979), os volumes dos recipientes influenciam a

disponibilidade de nutrientes e água. Para Parviainen (1976), o maior volume do recipiente melhora a arquitetura do sistema radicial, à semelhança daquele verificado em mudas plantadas por semeadura direta no campo. No entanto, recipientes com grandes dimensões acarretam maiores custos de produção, de transporte, de distribuição e de plantio (GONZALEZ, 1988; GOMES; COUTO; BORGES, 1990).

White e Mastalerz (1966) definiram “capacidade de recipiente”, abordando a importância da altura de substrato em um recipiente na definição de volume de água retido após a irrigação. Segundo eles, mesmo com um furo adequado para saída da água, a força da gravidade na água livre atua apenas até o ponto de equilíbrio estático. A capacidade de recipiente é a percentagem, por volume, retida por substrato em um recipiente com uma determinada altura, após saturação (tensão hídrica zero) deixando-se drenar na ausência de evapotranspiração, sendo esse o limite máximo de água para aquele substrato e para aquele tipo e profundidade de recipiente.

Minami (2000) considerou os seguintes fatores que podem afetar a nutrição de plantas em recipientes:

a) Substratos: De acordo com a necessidade de adubação, o substrato pode apresentar-se com adubo de arranque ou aditivado, ou como substrato sem adubo. A composição do substrato poderá favorecer ou não a disponibilidade de nutrientes. Além disso, a capacidade de retenção de água do substrato é muito importante, uma vez que, por insuficiência de umidade poderá provocar acúmulo de sais e toxicidade às plantas ou por excesso de umidade, que poderá provocar redução na aeração e acúmulo de CO₂, afetando a respiração das raízes e redução na absorção de nutrientes;

b) pH do substrato: conforme o pH do meio os nutrientes tornarão menos ou mais disponíveis;

c) CTC: o substrato deve ter uma alta capacidade de troca de cátions, funcionando como reservatório de nutrientes. No caso de fertirrigação a CTC não tem muita importância.

d) Qualidade e quantidade de água: a água de irrigação deve ser a melhor possível, química, física e biologicamente, enquanto que a quantidade disponível de água deve ser suficiente para a irrigação durante o ciclo;

e) Outros fatores: temperatura do substrato e do ar, sombreamento, doenças, pragas, fator genético, preços do adubo e custo operacional da adubação também devem ser considerados.

2.4. Fertirrigação

A aplicação de fertilizantes através da água de irrigação é uma prática que pode ser associada aos sistemas de irrigação localizada e tipos de aspersão. Essa prática, denominada fertirrigação, constitui-se numa técnica de aplicação simultânea de fertilizantes e água ao solo, através de um sistema de irrigação. É uma prática agrícola essencial para o manejo de culturas irrigadas, quando se utiliza sistema de irrigação localizada, sendo uma das maneiras mais eficientes e econômicas de aplicar fertilizantes nas plantas, principalmente nas regiões de climas áridos e semi-áridos, pois aplicando-se os fertilizantes em menor quantidade por vez, mas com maior frequência, é possível manter-se um nível uniforme de nutrientes no solo, durante o ciclo vegetativo da cultura, o que aumentará a eficiência do uso de nutrientes pelas plantas e, conseqüentemente, a sua produtividade (BERNARDO, 1986; VILLAS BOAS; BOARETTO; VITTI, 1994).

Fertirrigação é a prática de aplicar fertilizantes dissolvidos na água de irrigação de forma contínua ou intermitente. Além da disposição dos adubos na região de maior concentração de raízes e da possibilidade de maior fracionamento das doses, a fertirrigação possibilita aumentar a eficiência das adubações, pois os nutrientes têm as condições ideais de umidade do solo para sua absorção. Entretanto, a fertirrigação não se adapta a todos os sistemas de irrigação, visto que um dos pré-requisitos é operar com alta uniformidade de aplicação. Por isso,

associa-se principalmente aos sistemas de irrigação por gotejo ou microaspersão (YAGÜE, 1996).

O uso da fertilização combinada com a água de irrigação, conhecida como fertirrigação, tem assumido papel preponderante, por apresentar maior eficácia no sistema de produção e proporcionar melhor distribuição dos nutrientes no volume de solo explorado pelo sistema radicular durante o ciclo das culturas (SOUZA, 1993), além de promover o parcelamento das aplicações dos nutrientes que, associadas às irrigações diárias, por gotejamento, favorecem maior eficiência de uso de nutrientes e, conseqüentemente, menor perda por lixiviação; no entanto, esta prática tem sido utilizada, algumas vezes, de forma inadequada, pela falta de definição de parâmetros relacionados ao período e à frequência de aplicação, doses e fontes de nutrientes para as culturas de maior expressão econômica.

Hernandez (1994) afirmou que a fertirrigação no Brasil era utilizada de forma incipiente comparada ao seu potencial, destacando algumas vantagens desse sistema, como economia de mão-de-obra e energia, diminuição da compactação do solo, eficiência do uso e economia de fertilizante, controle da profundidade de aplicação, entre outras. Recentemente, pesquisadores consideraram que houve aumento da fertirrigação no Brasil e no mundo, pois a técnica se mostrou efetiva no aumento de produtividade e, conseqüentemente, no lucro obtido pelos produtores.

A aplicação do fertilizante simultaneamente com a água da irrigação tem grande importância tanto do ponto de vista técnico como do econômico. Essa técnica, que constitui um avanço para a agricultura, requer uma maior capacitação dos técnicos e agricultores, e seu uso está relacionado a uma série de vantagens econômicas, quando comparada aos métodos tradicionais de adubação (VIVANCOS, 1993, citado por SOARES, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Época e localização do experimento

O presente experimento foi realizado no período de 05/09/2006 a 29/11/2006, na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira-SP, com coordenadas geográficas 20°22' S e 51°24' W, e altitude de 335 metros. Segundo a classificação de Köppen, a região possui um clima do tipo Aw, definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,5°C, precipitação média anual de 1.232 mm e umidade relativa média anual de 64,8% (HERNANDEZ; LEMOS FILHO; BUZETTI, 1995).

3.2. Caracterização do experimento

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido, modelo arco, com orientação leste-oeste, com cobertura de plástico transparente de 150 µm de espessura, com 6,40 m de largura, 2,20 m de pé direito, 30 m de comprimento e aberta lateralmente.

Foi avaliado o híbrido de pepino Hokuho em função de duas densidades de plantio (uma ou duas plantas por cova) e cinco tipos de recipientes: cultivo em vaso grande e pequeno; calhas tipo cocho com fertirrigação por gotejamento; calhas tipo cocho com fertirrigação por capilaridade; e travesseiros, todos com substrato de fibra de coco tipo granulado.

Características dos recipientes

Vaso pequeno: Cada unidade possui 0,24 m de altura; 0,24 m de diâmetro de boca; 0,09 m de diâmetro de fundo e volume de 8,6 litros.

Vaso grande: Cada unidade possui 0,25 m de altura; 0,3 m de diâmetro de boca; 0,22 m de diâmetro de fundo e volume de 13 litros.

Calha tipo cocho com fertirrigação por capilaridade: Calha em PP atóxico, utiliza sistema de pavio contendo seu próprio microreservatório com capacidade de 15 litros de solução, possui 0,25 m de largura; 0,12 m de altura; 3 m de comprimento e 42 litros de capacidade de substrato (HIDROGOOD, 2007).

Calha tipo cocho com fertirrigação por gotejamento: Semelhante à calha por capilaridade, sem o microreservatório (HIDROGOOD, 2007).

Travesseiro: Cada unidade é constituída de película de polietileno com dupla face (preta e branca). Possui 0,18 e 3 m de diâmetro e comprimento, respectivamente, e volume de 76 litros, perfurado na parte basal para drenagem do excesso de solução. Na parte superior foram realizadas aberturas de aproximadamente 0,10 m de diâmetros e espaçados 0,50 m para o transplante das mudas (ver apêndice).

Características comerciais do híbrido F1 Hokuho

Cultivar tipo japonês, líder e padrão de mercado, de florescimento monóico. Para cultivo preferencialmente em estufa. Frutos uniformes de coloração verde escuro brilhante, comprimento médio de 22-24 cm e diâmetro médio 2,7-3,0 cm. Apresenta tolerância a oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) e míldio (*Pseudoperonospora cubensis*) (Bert et Curtis) Rostowzew). Início da Colheita: 40-50 dias após a semeadura (SAKATA SEED, 2007).

Características do substrato

No final do experimento coletou-se uma amostra deformada de substrato. Em seguida essa amostra foi condicionada em anel volumétrico, tomando-se o cuidado de não compactar. Foi simulada a densidade do material, semelhante às condições dos recipientes testados durante o experimento. Essa metodologia proporcionou condições para determinar a densidade, espaço poroso, quantidade de água retida na capacidade de campo e espaço ocupado pelo ar na capacidade de campo. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Densidade, espaço poroso (EP), quantidade de água retida na capacidade de campo (ARCC) e espaço ocupado pelo ar na capacidade de campo (EACC) do substrato fibra de coco utilizado no cultivo de pepino Hokuho, em ambiente protegido. UNESP - Ilha Solteira, 2006.

Substrato	Avaliações			
	Densidade (g cm ⁻³)	EP (%)	ARCC (%)	EACC (%)
Fibra de coco	0,14	72,85	78,50	21,50

A densidade do substrato fibra de coco utilizado foi de 0,14 g cm⁻³, inferior à densidade ideal que segundo Kämpf (2000) seria de 0,30 a 0,50 g cm⁻³ para cultivo em vasos de 20 a 30 cm de altura. Quanto ao espaço poroso, o substrato apresentou-se bem poroso (73%). Kämpf (2000) cita que um substrato deve ser suficientemente poroso, a fim de permitir trocas gasosas eficientes, evitando a falta de ar para as raízes.

Características da solução nutritiva

A solução nutritiva utilizada foi à recomendada por Furlani et al. (1999) para o cultivo de pepino (210,5 g de N; 270 g de K; 50 g de P; 170 g de Ca; 40 g de Mg; 52 g de S; 0,5 g de B; 0,1 g de Cu; 0,5 g de Mn; 0,05 g de Mo; 0,3 g de Zn e 2,2 g de Fe, adicionados em 2000 litros de água conforme recomendação de Yamaki; Seno e Seleguini (2006). Os componentes utilizados como fonte de macro e micronutrientes no preparo da solução nutritiva estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Componentes utilizados como fonte de macro e micronutrientes no preparo da solução nutritiva. UNESP - Ilha Solteira (SP), 2006.

Componentes da solução nutritiva
Nitrato de potássio (14% de N, 44% K_2O)
Sulfato de potássio (41% de K_2O , 17% de $(SO_4)^{-2}$)
MAP (11% de N, 60% de P_2O_5)
Ferro tenso (6% de Fe-EDDHMA)
Sulfato de magnésio (10% Mg^{+2} , 13% $(SO_4)^{-2}$)
Nitrato de Cálcio (15% N, 34% Ca^{+2})
Cálcio alone (13% solução verdadeira de Ca^{+2})
Ácido bórico (17% H_3BO_3 , $(H_2BO_3)^{-1}$)
Sulfato de Manganês (31,2% Mn^{+2} , 17,5% $(SO_4)^{-2}$)
Molibdato de sódio (39% Mo)
Sulfato de zinco (20% Zn^{+2} ; 10% $(SO_4)^{-2}$)
Sulfato de cobre (24,5% Cu^{+2} ; 12,6% $(SO_4)^{-2}$).

3.3. Implantação e condução do experimento

A semeadura foi realizada em 05/09/2006, em bandejas de poliestileno expandido com 200 células, utilizando-se substrato organo-mineral, sendo as mudas transplantadas no dia 29/09/2006, utilizando o espaçamento de 0,50 m entre plantas.

As plantas foram conduzidas verticalmente com uma haste principal, por meio de fitas plásticas (fitilhos). Na produção, foram selecionados três frutos por haste secundária e realizado o desponte da mesma.

O controle fitossanitário foi feito com base em recomendações técnicas, por meio de aplicações preventivas e de controle, com defensivos químicos a cada sete dias em média e sempre que necessário.

3.4. Manejo da fertirrigação

Após o transplante das mudas, teve início a fertirrigação que se estendeu até o final do ciclo da cultura. A circulação da solução nutritiva nas parcelas foi controlada por um temporizador “timer”. A frequência da aplicação foi de seis vezes ao dia nos seguintes horários: 7:00, 9:00, 11:00, 13:00, 15:00 e 17:00 horas e a quantidade da solução foi determinada diariamente em função do fator climático e das etapas fenológicas das plantas, tomando-se o cuidado de aplicar um volume que induzisse uma drenagem dos recipientes em todos os horários de aplicação. O volume de solução nutritiva excedente dos vasos, calhas e travesseiro, se depositava em um reservatório, sendo transferido novamente ao reservatório principal. Como reservatórios da solução nutritiva, foram utilizados quatro tanques com capacidade de 500 litros cada, permanecendo tampados para evitar o aquecimento e o desenvolvimento de algas na solução (ver apêndice).

3.5. Avaliações realizadas

As avaliações realizadas no experimento foram:

- a) Condutividade elétrica: as análises foram realizadas semanalmente para diagnosticar a concentração de sais da solução nutritiva e da solução drenada, efetuada com auxílio de um condutivímetro de $\pm 1\%$ de precisão.
- b) Altura das plantas: avaliada aos 15, 30 e 65 dias após o transplante em quatro plantas ao acaso por parcela, medindo-se o comprimento do colo da planta até a gema apical.
- c) Diâmetro do caule: avaliado no final do ciclo em quatro plantas ao acaso por parcela, medindo-se o diâmetro do colo imediatamente acima da superfície do substrato.
- d) Número de hastes: avaliado no final do ciclo em três plantas ao acaso por parcela, contando-se as hastes laterais do ramo principal.
- e) Produção de frutos tortos: obtida através da somatória da massa de frutos tortos nas diversas colheitas.
- f) Produção comercial: através da somatória da massa de frutos comerciais nas diversas colheitas. Consideraram-se frutos comerciais todos aqueles que não apresentavam defeitos visuais que os desqualificassem para o comércio (frutos tortos, bojudos e etc.).
- g) Massa média do fruto: obtida através da razão da produção comercial pelo número de frutos de cada parcela.

3.6. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizado dispostos em um esquema fatorial 5x2 com 4 repetições, totalizando 40 unidades experimentais.

Após as avaliações, os dados foram submetidos ao programa estatístico “Sanest”, teste de tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Esquema de análise de variância proposto para o experimento.

Causas de variação	G.L
Recipientes (r)	4
Densidades (d)	1
Interação (r x d)	4
Resíduo	30
Total	39

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo total da planta, desde a semeadura até o final da colheita foi de 86 dias, concordando com Galvani et al. (2000) que relatou para o pepino Hokuho um ciclo em torno de 90 a 110 dias. A colheita dos frutos teve início aos 50 dias após a semeadura e se estendeu por cinco semanas.

As temperaturas do ar ocorridas durante a realização do experimento foram fornecidas pelo posto meteorológico da Fazenda Experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, localizado próximo ao experimento e estão apresentadas na Figura 1. Os valores médios da temperatura mínima, média e máxima do ar foram de 21°C, 26°C e 32°C, respectivamente. Verifica-se que a temperatura média obtida para todo o período de 05/09 a 29/11/2006, está dentro da faixa favorável ao cultivo do pepino para suas diferentes fases fenológicas (MARTINS et al., 2008).

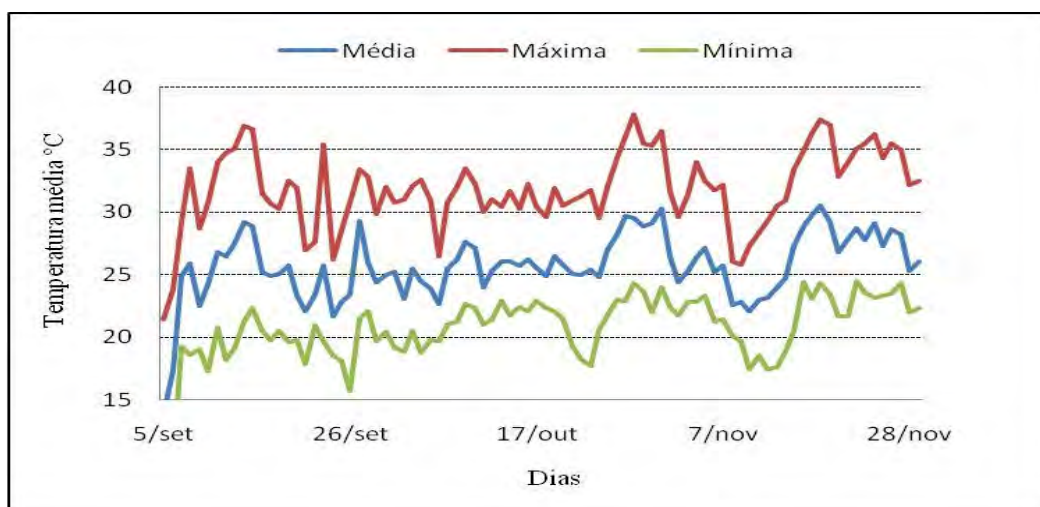


Figura 1. Médias das temperaturas mínimas, médias e máximas do ar nos intervalos semanais, ocorridas no período de 05 de setembro a 29 de novembro de 2006. UNESP - Ilha Solteira.

4.1. Condutividade elétrica

Os valores médios da condutividade elétrica (CE) da água utilizada e da solução nutritiva no decorrer do experimento foram 0,203 e 1,170 dS/m, respectivamente. Conforme Furlani et al (1999), esses valores situam-se em torno do recomendado (entre 2,0 e 4,0 dS/m) no caso das hortaliças de frutos. Pode-se observar, através da figura 2, que os valores médios semanais da CE da solução drenada dos recipientes travesseiro, vasos e calhas variaram entre 0,888 a 1,220 dS/m no decorrer do período experimental.

O comportamento das plantas em relação à salinidade pode variar de acordo com seu estágio de desenvolvimento, embora não esteja claro se isto é devido a suscetibilidade à salinidade em um determinado estágio de crescimento ao longo do período em que a planta ficou exposta ao substrato salino, ou ainda a combinações destes fatores.

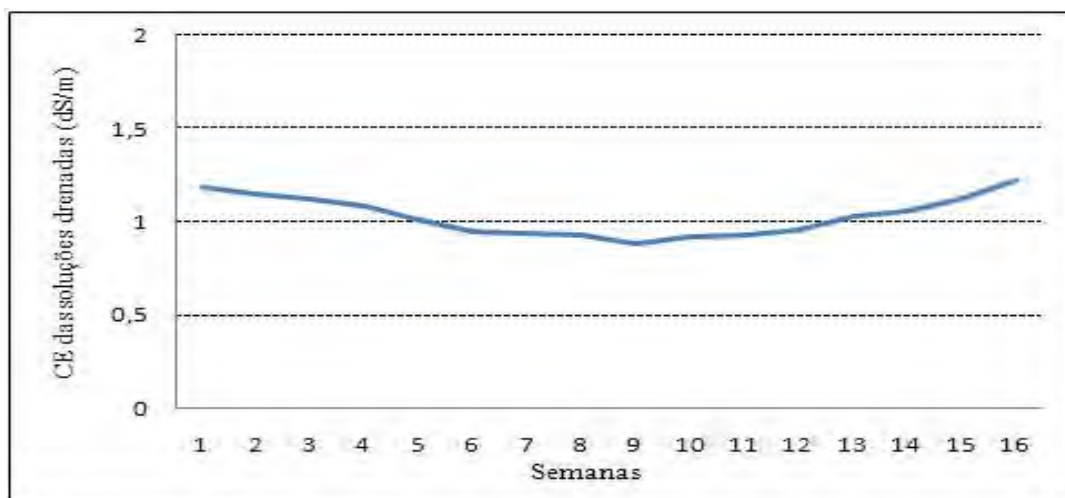


Figura 2. Evolução dos valores médios semanais da condutividade elétrica (CE) das soluções drenadas dos vasos e calha por gotejamento e calha por capilaridade durante o experimento. UNESP - Ilha Solteira, 2006.

4.2. Altura de plantas

Na Tabela 4, verifica-se que houve diferença significativa na altura de plantas para recipientes e densidade de planta aos 30 dias após o transplante (d.a.t) e interação recipientes x densidade aos 65 dias após o transplante das mudas.

Tabela 4. Valores de quadrado médio da análise de variância e respectivos níveis de significância do teste F da altura de plantas aos 15, 30 e 65 dias após o transplante (d.a.t) das mudas de pepino Hokuho. UNESP - Ilha Solteira, 2006.

Causas de variação	G.L	Altura de plantas (cm)		
		(15 d.a.t)	(30 d.a.t)	(65 d.a.t)
		Q.M	Q.M	Q.M
Recipientes (r)	4	65,30 ^{ns}	1488,17 ^{**}	9585,05 ^{**}
Densidade (d)	1	69,06 ^{ns}	481,98 [*]	9843,91 ^{**}
Interação (r x d)	4	5,58 ^{ns}	11,52 ^{ns}	1471,45 ^{**}
Resíduo	30	25,06	89,87	22,92
Total	39			
CV (%)		18,73	6,41	1,53

ns – não significativo ($p > 0,05$); * - significativo ($p < 0,05$); ** - significativo ($p < 0,01$)

Pela Tabela 5 verifica-se que não houve influência dos fatores avaliados na altura de plantas aos 15 d.a.t. Na altura de plantas aos 30 d.a.t. o recipiente calha por capilaridade induziu a menor altura comparada aos demais recipientes. O menor desenvolvimento inicial das plantas promovido pela calha por capilaridade deve-se provavelmente a baixa oxigenação provocada pela relação ar/água observada neste recipiente, concordando com Kämpf (2000). A densidade de uma planta por cova apresentou maior altura de plantas aos 30 d.a.t. Isso talvez se deva ao fato da ocorrência de uma menor competição entre as plantas pelos fatores externos, especialmente a luz e provavelmente à maior variação da solução nutritiva entre os períodos de fornecimento, devido à diferença na evapotranspiração causada por uma ou duas plantas.

Tabela 5. Médias da altura de plantas aos 15, 30 e 65 dias após o transplante de mudas (d.a.t) em função dos recipientes e da densidade de plantio de pepino Hokuho, em ambiente protegido. UNESP - Ilha Solteira, 2006.

Recipientes	Altura de plantas (cm)		
	(15 d.a.t)	(30 d.a.t)	(65 d.a.t)
Travesseiro	28,46	159,00 a	372,06
Vaso Grande	28,50	156,22 a	285,94
Vaso Pequeno	28,76	153,75 a	310,38
Calha Gotejo	25,85	145,77 a	311,75
Calha Capilaridade	22,08	125,25 b	289,19
DMS	7,26	13,74	6,94
Densidade (plantas cova⁻¹)			
Uma	25,42	151,47 a	329,55
Duas	28,04	144,53 b	298,18
DMS	3,23	6,13	3,09

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey.

Na Tabela 6 está apresentado o desdobramento da interação recipiente x densidade. Verifica-se que para recipientes dentro de densidade, o recipiente travesseiro induziu maior altura que os demais recipientes, tanto com uma quanto duas plantas. Quanto à densidade de plantio dentro de recipientes, verifica-se que o sistema de cultivo com menor densidade de plantio (uma planta por cova) foi o melhor para a altura das plantas nos recipientes travesseiro, vaso grande, vaso pequeno e calha grande, porém não diferindo significativamente da calha por capilaridade. Os valores de altura de plantas avaliadas foram superiores aos valores encontrados por Carneiro Júnior (2001) que estudando o híbrido Hokuho cultivado em substratos sob cultivo protegido, encontrou alturas próximas de 182 cm aos 65 d.a.t.

Tabela 6. Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente à altura aos 65 dias após o transplante das mudas de pepino Hokuho. UNESP - Ilha Solteira, 2006.

Tratamento	Recipientes				
	T	VG	VP	CG	CC
Densidade					
Uma	390,00 aA	322,13 aB	321,63 aB	326,13 aB	287,88 aC
Duas	354,13 bA	249,75 bC	299,13 bB	297,38 bB	290,50 aB
DMS	Recipientes		9,81		
	Densidade		6,92		

Valores seguidos por letras iguais não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. Letras minúsculas comparam médias entre a densidade de plantio (na coluna); letras maiúsculas comparam recipientes (na linha). T = Travesseiro; VG = Vaso grande; VP = Vaso pequeno; CG = Calha por gotejo e CC = Calha por capilaridade.

4.3. Diâmetro do caule

Por meio dos dados da Tabela 7 verifica-se que houve interação recipientes x densidade no diâmetro do caule aos 65 dias após o transplante das mudas.

Tabela 7. Valores de quadrado médio da análise de variância e respectivos níveis de significância do teste F do diâmetro do caule aos 65 dias após o transplante (d.a.t) das mudas de pepino Hokuho. UNESP - Ilha Solteira, 2006.

Causas de variação	G.L	Diâmetro do caule (cm)
		(65 d.a.t)
		Q.M
Recipientes (r)	4	6,75**
Densidade (d)	1	71,56**
Interação (r x d)	4	2,64**
Resíduo	30	0,62
Total	39	
CV (%)		6,06

* - significativo ($p < 0,05$); ** - significativo ($p < 0,01$)

O desdobramento da interação significativa da análise de variância referente ao diâmetro do caule aos 65 d.a.t. está apresentado na Tabela 8. Através dos dados observa-se que para recipientes dentro de densidade o recipiente travesseiro induziu maior diâmetro que os demais recipientes para a densidade de uma planta por cova, no entanto, não houve influência dos recipientes para a densidade de duas plantas por cova. Com relação à densidade dentro de recipientes, verifica-se que o sistema de cultivo com menor densidade de plantio (uma planta por cova) foi o melhor para o diâmetro do caule, independente dos recipientes utilizados. Os valores de diâmetro de caule avaliados foram superiores aos valores encontrados por Carneiro Júnior (2001) que estudando o híbrido Hokuho cultivado em substratos sob cultivo protegido, encontrou diâmetros variando de 1,02 a 1,15 cm aos 65 d.a.t. nos diferentes substratos testados.

Tabela 8. Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente ao diâmetro do caule aos 65 dias após o transplante do pepino. UNESP - Ilha Solteira, 2006.

Tratamento		Recipientes				
		T	VG	VP	CG	CC
Densidade						
	Uma	1,66 aA	1,43 aB	1,35 aB	1,32 aB	1,42 aB
	Duas	1,24 bA	1,07 bA	1,15 bA	1,13 bA	1,25 bA
DMS	Recipientes			1,61		
	Densidade			1,14		

Valores seguidos por letras iguais não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. Letras minúsculas comparam médias entre a densidade de plantio (na coluna); letras maiúsculas comparam recipientes (na linha). T = Travesseiro; VG = Vaso grande; VP = Vaso pequeno; CG = Calha por gotejo e CP = Calha por capilaridade.

4.4. Número de hastes

Na avaliação do número de hastes realizado aos 65 d.a.t. verifica-se que houve interação recipientes x densidade (Tabela 9). Na Tabela 10 está apresentado o desdobramento da interação recipiente x densidade. Verifica-se que para recipientes dentro de densidade de uma planta quanto para duas plantas por cova os recipientes travesseiro e vaso grande apresentaram mais eficientes que os obtidos pelos demais. Com relação à densidade dentro de recipientes, verifica-se que o sistema de cultivo com menor densidade de plantio (uma planta por cova) foi o melhor para o diâmetro do caule, independente dos recipientes utilizados.

Tabela 9. Valores de quadrado médio da análise de variância e respectivos níveis de significância do teste F do número de hastes aos 65 dias após o transplante (d.a.t) das mudas de pepino Hokuho. UNESP - Ilha Solteira, 2006.

Causas de variação	G.L	Número de hastes (65 d.a.t.)
		Q.M
Recipientes (r)	4	48,00**
Densidade (d)	1	170,16**
Interação (r x d)	4	6,84**
Resíduo	30	0,55
Total	39	
CV (%)		10,05

* - significativo ($p < 0,05$); ** - significativo ($p < 0,01$)

Tabela 10. Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente ao número de hastes aos 65 dias após o transplante das mudas de pepino. UNESP - Ilha Solteira, 2006.

Tratamento		Recipientes				
		T	VG	VP	CG	CC
Densidade						
	Uma	13,63 aA	12,38 aA	7,88 aB	6,50 aB	6,75 aB
	Duas	7,00 bA	6,88 bA	4,88 bB	3,25 bB	4,50 bB
DMS	Recipientes			1,52		
	Densidade			1,07		

Valores seguidos por letras iguais não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. Letras minúsculas comparam médias entre a densidade de plantio (na coluna); letras maiúsculas comparam recipientes (na linha). T = Travesseiro; VG = Vaso grande; VP = Vaso pequeno; CG = Calha por gotejo e CP = Calha por capilaridade.

4.5. Massa média do fruto, produção de frutos tortos e produção de frutos comerciais

O resumo da análise de variância para massa média do fruto, produção de frutos tortos e produção de frutos comerciais pode ser observado na Tabela 11. Não houve efeito significativo para a interação recipientes x densidade de plantio. Para os fatores isoladamente não houve efeito significativo para produção de frutos tortos.

Tabela 11. Valores de quadrado médio da análise de variância e respectivos níveis de significância do teste F da massa média do fruto, produção de frutos tortos e produção de frutos comerciais de pepino Hokuho. UNESP - Ilha Solteira, 2006.

Causas de variação	G.L	Massa média do fruto	Produção de frutos tortos		Produção de Frutos comerciais	
		g/fruto	kg m ⁻²	nº frutos m ⁻²	kg m ⁻²	nº frutos m ⁻²
		Q.M	Q.M		Q.M	
Recipientes (r)	4	91,11 ^{ns}	0,29 ^{ns}	12,43 ^{ns}	18,59 ^{**}	451,98 ^{**}
Densidade (d)	1	871,89 [*]	0,04 ^{ns}	0,80 ^{ns}	2,84 ^{ns}	189,53 [*]
Interação (r x d)	4	49,11 ^{ns}	0,19 ^{ns}	5,41 ^{ns}	0,46 ^{ns}	5,19 ^{ns}
Resíduo	30	184,27	0,16	4,86	1,81	27,97
Total	39					
CV (%)		7,16	22,76	19,58	20,57	16,32

ns – não significativo (p>0,05); * - significativo (p<0,05); ** - significativo (p<0,01)

Na massa média do fruto (Tabela 12), não houve influência dos recipientes, e a densidade de uma planta por cova proporcionou a maior massa média do fruto. Os valores da massa média do fruto foram inferiores aos valores encontrados por Carneiro Júnior (2001) que obteve massa média do fruto de 210 g, porém, foram superiores aos encontrados por Seleguini et al. (2007), que registrou massa média do fruto de 180 g/fruto.

Na produção de frutos tortos não houve influência dos recipientes e da densidade de plantio testados (kg e número). No entanto, Seleguini et al. (2007) estudando os mesmos tratamentos, porém sem o recipiente travesseiro, obteve a maior produção de frutos tortos com o vaso grande ($1,11 \text{ kg m}^{-2}$) na densidade de duas plantas por cova.

Já na produção de frutos comerciais, os recipientes travesseiro, vaso grande e vaso pequeno possibilitaram a maior produtividade diferindo apenas da calha por capilaridade, que induziu a menor produção e menor número de frutos por metro quadrado. Acredita-se que os menores valores de produção comercial proporcionados pela calha por capilaridade, devem-se provavelmente ao menor desenvolvimento inicial das plantas, provocado talvez pelo excesso de umidade verificado neste recipiente, o que de acordo com Minami (2000), provoca redução na aeração e acúmulo de CO_2 , afetando a respiração das raízes e provocando diminuição no valor do pH do solo. Por outro lado, as maiores produções obtidas pelos recipientes travesseiro e os vasos devem estar relacionado com a manutenção mais adequada da solução nutritiva, proporcionado pelo volume de substrato. A densidade de duas plantas por cova apresentou o maior número de frutos por metro quadrado, no entanto, não houve influência desta na produtividade, em função deste proporcionar uma menor massa média de fruto.

Tabela 12. Massa média do fruto, produção de frutos tortos e produção de frutos comerciais de pepino Hokuho, em ambiente protegido. UNESP - Ilha Solteira, 2006.

Recipientes	Massa do fruto	Produção de frutos tortos		Produção de frutos comerciais	
	g/fruto	kg m ⁻²	nº frutos m ⁻²	kg m ⁻²	nº frutos m ⁻²
Travesseiro	187,57	2,00	12,96	7,40 a	36,88 a
Vaso grande	193,18	1,78	11,04	7,30 a	35,88 a
Vaso pequeno	191,99	1,61	10,25	7,69 a	38,08 a
Calha gotejo	190,20	1,92	12,08	6,36 ab	31,49 a
Calha capilaridade	184,85	1,57	10,00	3,97 b	19,72 b
DMS	19,68	0,59	3,20	1,95	7,67
Densidade (plantas cova⁻¹)					
Uma	194,23 a	1,81	11,12	6,28	30,23 b
Duas	184,89 b	1,74	11,41	6,81	34,59 a
DMS	8,77	0,26	1,43	0,87	3,42
C.V.(%)	7,16	22,76	19,58	20,57	16,32

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey.

5. CONCLUSÕES

Para as condições em que se realizou o presente trabalho, e após a análise dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

a) Os recipientes travesseiro, vaso grande ou pequeno foram os que proporcionaram as maiores produtividades, sendo recomendados entre eles aquele que propiciar o melhor custo benefício.

b) O tipo de calha por capilaridade utilizado neste experimento mostrou-se prejudicial ao bom desenvolvimento das plantas de pepino.

c) Recomenda-se uma planta por cova, pois esta proporcionou melhores resultados para altura e diâmetro do caule, número de hastes secundárias, massa média do fruto e com produtividade semelhante a duas plantas por cova.

REFERÊNCIAS

ABAD, M.; NOGUEIRA, P.; PETIT, F.; NOGUEIRA, V.; PUCHADES, R.; MAQUIERA, A. La fibra de coco, un nuevo substrato hortícola para el cultivo sin suelo. In: CONGRESSO NACIONAL DE LA S.E.C.H, 1995, Barcelona. **Resumos...**Barcelona. N, 1995. p. 77.

ALFONSO OSORIO, U.; ELICIO MORAGA, O.; RECAREDO ORELLANA, C. Efectos de siembra sobre el comportamiento productivo de tres cultivares de pepino de ensalada (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero y riego por goteo. **IDESIA**, Arica, v.8, ene/dec, p.55-62, 1984.

ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T. S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.17, n.3, p.215-219, 1999.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1986. 488p.

BRANDÃO FILHO, J. U. T.; CALLEGARI, O. Cultivo de hortaliças de frutos em solo em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 64-68, 1999.

BÖHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1979. 188 p.

CARDOSO, A. I.; SILVA, N. Avaliação de híbridos de pepino tipo japonês sob ambiente protegido em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.21, n.2, p. 170-175, 2003.

CARNEIRO JÚNIOR, A. G. **Uso de diferentes substratos na cultura do pepino em condições de ambiente protegido**. 2001, 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Sistemas de Produção Ilha Solteira) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2001.

CASTELLANE, P. D.; ARAUJO, J. A. C. **Cultivo sem solo** – hidroponia. 2. ed. Jaboticabal: Funesp, 1995. 43p.

CASTILLO, F. C. Seminário sobre plásticos em agricultura: acolchados, tuneles y invernaderos. In: CURSO INTERNACIONAL DE HORTICULTURA INTENSIVA (COMESTIBLE Y ORNAMENTAL) EM CLIMAS ARIDOS, 1985, Murcia, **Curso...** Murcia: Ministério de Agricultura. Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias (INIA). v.2. 1985.

DEKKER, M. **Soilless culture**: principles of soilless culture applied in the Netherlands and surrounding countries. Wageningen: Agricultural University of Wageningen, 1995. 43p.

DRZAL, M. S.; CASSEL, D. K.; FONTENO, W. C. Pore fraction analysis: a new tool for substrate testing. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 481, v. 1, p. 43-53, 1999.

FACTOR, L. T.; ARAÚJO, J. A. C.; CORTEZ, G. E. P. Comportamento da cultura do meloeiro em ambiente protegido com a utilização do filme térmico difusor de luz. **Horticultura Brasileira**, DF, v. 18, n. 3, p.201-202, 2000.

FARIA JUNIOR, M. J. A. **Avaliação de híbridos de pepino para cultivo protegido e do microclima formado por dois modelos de estufa**. Jaboticabal: FCAVJ/UNESP, 1994, 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

FONTENO. W. C. Growing media: types and physical/chemical properties. In: REED, D.W. (ed.). **A growers guide to water, media, and nutrition for greenhouse crops**. Batavia: Ball, 1996. p.93-122.

FURLANI, P. R., SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIM, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico (IAC), 1999. 52p. (Boletim técnico, 180).

GALVANI, E.; ESCOBEDO, J. F.; PEREIRA, A. B.; CAMPOS, C. J. Medidas e estimativa do albedo em cultura de pepineiro cultivado a campo e em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 163-169, 2000.

GALVANI, E. **Avaliação agrometeorológica do cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) em ambiente protegido e a campo, em ciclos de outono-inverno e primavera-verão**. 2001, 124 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. C. G. Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de Ipê (*Tabebuia serratifolia*) de Copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e de Angico Vermelho (*Piptadenia peregrina*). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 14, n. 1, p. 26-34, 1990.

GONZALES, R. A. Estudio sobre el comportamiento en vivero de *Pinus caribaea* var. *caribaea* cultivado en envases de polietileno de 12 dimensiones diferentes. **Revista Forestal Baracoa**, La Habana, v. 18, n. 1, p. 39-51, 1988.

HERNANDEZ, F. B. T. Potencialidades da fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUIDOS, 1994. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ; CENA; POTAFOS, 1994. p. 215-25.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira, UNESP / FEIS / Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p. (Série irrigação, 1).

HIDROGOOD. Disponível em: <<http://www.hidrogood.com.br>>. Acesso em: 28 dez. 2007.

HORINO, Y.; MAKISHIMA, N., REIS, N. V. B., CORDEIRO, C. M. T., REIFSCHNEIDER, F. J. B. Produção de tomate e pepino sob cobertura plástica para proteção contra a chuva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 27, Curitiba, 1987. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 5, n. 1, p. 61, 1987.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. p 209-215.

KOGA, P. S. **Comparação de materiais orgânicos em cultivos consecutivos de alface, pepino e tomate, sob condições de ambiente protegido**. Ilha Solteira: FEIS/UNESP, 1999, 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Sistema de Produção Vegetal) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1999.

MARQUELLI, W. A.; CARRIJO, O. A.; SILVA, W. L. C. Variabilidade espacial do sistema radicular do tomateiro e da tensão de água em contentores de substratos. In: WORKSHOP TOMATE NA UNICAMP, 2003, Campinas. **Anais....**Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, 2003. CD-ROM.

MARTINEZ, H. E. P.; BARBOSA, J. G. Substratos para hidroponia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p.81-9. 1999.

MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S.; POSTINGHER, D.; SCHWENGBER, J. E.; QUINTANILLA, L. F. Avaliação da cultura do pepino (*Cucumis sativus*, L.): cultivado em estufa plástica, sob diferentes tipos de poda e arranjos de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.1, n.1, p. 30-33, 1995. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v1n1/artigo5.pdf#search=%22%22pepino%22%20%20%22estufa%22%22>>. Acesso em: 5 fev. 2008.

MINAMI, K. Adubação em substrato. In: KAMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p. 147-152.

NOGUERA, P.; ABAD, M.; NOGUERA, V.; PURCHADES, R.; MAQUIERA, A. Coconut coir waste, a new and viable ecologically-friendly peat substitute. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.517, p. 279-286, 2000.

OLIVEIRA, C. A. S.; CARRIJO, O. A.; SILVA, H. R. Irrigação em ambiente protegido. In: FORO INTERNACIONAL DE CULTIVO PROTEGIDO, 1997, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: UNESP/SOB/FAPESP, 1997. p. 96-128.

PARVIAINEN, J. V. Initial development of root systems of various types of nursery stock for scots pine. **Folia Forestalia**, Helsinki, v. 268, p. 2-21, 1976.

PEREIRA, P. R. G.; MARTINEZ, H. E. P. Produção de mudas para o cultivo de hortaliças em solo e hidroponia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.24-31, 1999.

ROBLEDO, F. P.; MARTIN, L. V. **Aplicación de los plásticos en la agricultura**. Madrid: Mundi-Prensa, 1981, 552p.

ROBLEDO, F. P.; MARTIN, L. V. **Aplicación de los plasticos en la agricultura**. 2. ed. Madri: Edicions Mundi – Prensa, 1988. 573p.

ROBLES, J. **Como se cultiva en invernadero**. Barcelona: Vecchi, 1985, 191p.

ROSA, M. F.; SANTOS, F. J. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P.; CORREIA, D.; ARAUJO, F. B. S.; NORÔES, E. R. V. **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 6 p. (Comunicado Técnico, 54).

SAKATA SEED SUDAMERICANA LTDA. Catálogo de produtos. Brasil. **Pepino híbrido F1 Hokuho**. Disponível em: <http://www.sakata.com.br/index.php?action=catalogo&cultura=4&produto=71>>. Acesso em: 19 nov. 2007.

SÁNCHEZ, F. P. Propriedades y características de los substratos. Turba y fibra de coco. In: FERNÁNDEZ, M. F.; GÓMEZ, I. M. C. (Ed.). **Cultivo sem suelo II**. Curso superior de especialización. p. 65-92. Almería, Espanha: Dirección Gen. de Investigación y Formación Agraria de la Junta de Andalucía/FIAPA/Caja Rural de Almería. 1999. 590 p.

SELEGUINI, A.; SENO, S.; LEMOS, O. L.; FARIA JÚNIOR, M. J. A. Produção hidropônica de pepino japonês em função de recipientes e densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, Bahia, v.25, n.1, 2007. (CD ROM).

SERRANO CERMEÑO, Z. **Cultivo de hortalizas en invernadero**. Barcelona: España. AEDOS, 1979, 361p.

SILVA, H. R.; CARRIJO, O. A.; REIS, N. V. B.; MAROUELLI, W. A. Competição de cultivares de pepino tipo "Japonês" sob cultivo protegido e a campo aberto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, 1998. (Resumo 314)

SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A. Manejo da irrigação em hortaliças no campo e em ambientes protegidos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Manejo de irrigação: simpósio...** Poços de Caldas: SBEA-UFLA, 1998. p.311-348.

SILVEIRA, J. G. **Tipos de recipientes com substrato de fibra de coco e fertirrigação no cultivo do melão rendilhado sob ambiente protegido**. Ilha Solteira, 2006, 60 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Vegetal) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

SISTEMA BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. Agricultura e pecuária. Reciclagem do coco verde. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acesso em: 14 jan. 2008.

SOARES, A. J. **Efeito de três lâminas de irrigação e de quatro doses de potássio via fertirrigação no meloeiro em ambiente protegido**. Piracicaba, 2001, 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SOUZA, V. F. **Frequência de aplicação de N e K via irrigação por gotejamento no meloeiro (*Cucumis melo* L.), cv. Eldorado 300 em solo de textura arenosa**. 1993, 131 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Paulista, Botucatu, 1993.

SOUZA, V. F.; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; COELHO, E. F.; VIANA, F. M. P.; SILVA, P. H. S. **Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no meio-norte do Brasil**. Teresina: EMBRAPA Meio Norte, 1999. 68p. (Circular técnica, 21).

SOUZA, C. S. **Caracterização física e química de diferentes substratos: influência na produção de mudas de Cróton (*Codiaeum variegatum* Blum) e Acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.)**. Ilha Solteira, 2001. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Vegetal) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2001.

TRANI, P. E.; GROPPPO, G. A.; SILVA, M. C. P.; MINAMI, K.; BURKE, T. J. Diagnóstico sobre a produção de hortaliças no estado de São Paulo. **Horticultura Brasileira**, DF, v.15, p.19-24, 1997.

VÁZQUEZ, R. M. La protección fitosanitaria em cultivos bajo ambiente protegido. In: FORO INTERNACIONAL DE CULTIVO PROTEGIDO, 1997, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: UNESP/SOB/FAPESP, 1997. p. 31-95.

VILLAS BOAS, R. L.; BOARETTO, A. E.; VITTI, G. C. Aspectos da fertirrigação In: VITTI, G. C.; BOARETTO, A. E. (Coord.). **Fertilizantes fluidos**. Piracicaba: Potafós, 1994. p.283-308.

YAGÜE, J. L. F. Fertirrigación. In:____ **Técnicas de riego**. 2.ed. Madri: MAPA/Mundi Prensa, 1996. p.343-361.

YAMAKI, F. L.; SENO, S.; SELEGUINI, A. Avaliação de diferentes concentrações de solução nutritiva no cultivo de híbridos de melão rendilhado em substrato de fibra de coco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46, 2006, Goiânia. **Resumos...**Goiânia: ABH. (CD ROM).

YOSHIMURA, A. M.; YOSHIDA, A.; JAMPANI, M. G. **Plasticultura**: uma nova tecnologia. Biritiba Mirim: s.n, s.d. 79 p.

WHITE, J. W.; MASTALERZ, J. W. Soil moisture as related to "Container Capacity". **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Beltsville, v.89, n.1, p.758-765, 1966.

APÊNDICE



Tanques



Temporizadores



Vaso grande e vaso pequeno



Travessieiros



Calhas: gotejamento e capilaridade



Coleta se solução drenada