

JOSÉ DE CASTRO MENEZES

**USO DO PÓ DE COCO NA FORMULAÇÃO DE SUBSTRATOS
PARA PRODUÇÃO DE MUDAS OLERÍCOLAS, E CULTIVO DA
ALFACE, RABANETE E PEPINO EM AMBIENTE PROTEGIDO**

**RECIFE
PERNAMBUCO – BRASIL
2005**

JOSÉ DE CASTRO MENEZES

**USO DO PÓ DE COCO NA FORMULAÇÃO DE SUBSTRATOS PARA
PRODUÇÃO DE MUDAS OLERÍCOLAS, E CULTIVO DA ALFACE,
RABANETE E PEPINO EM AMBIENTE PROTEGIDO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agronomia – Ciência
do Solo, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

RECIFE
PERNAMBUCO – BRASIL
2005

Catálogo na Fonte

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

JOSÉ DE CASTRO MENEZES

**USO DO PÓ DE COCO NA FORMULAÇÃO DE SUBSTRATOS PARA
PRODUÇÃO DE MUDAS OLERÍCOLAS, E CULTIVO DA ALFACE,
RABANETE E PEPINO EM AMBIENTE PROTEGIDO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agronomia - Ciência
do Solo, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

Orientador

Prof. José Júlio Vilar Rodrigues, Ph.D.

Conselheiros

Prof. Emídio Cantídio de Oliveira Filho, Ph.D.

Prof. Ronaldo Freire de Moura, Dr.

RECIFE
PERNAMBUCO – BRASIL
2005

JOSÉ DE CASTRO MENEZES

**USO DO PÓ DE COCO NA FORMULAÇÃO DE SUBSTRATOS PARA
PRODUÇÃO DE MUDAS OLERÍCOLAS, E CULTIVO DA ALFACE,
RABANETE E PEPINO EM AMBIENTE PROTEGIDO**

Dissertação defendida e aprovada em 31 de agosto de 2005 pela banca
examinadora:

Orientador: _____

Prof. José Júlio Vilar Rodrigues, Ph.D.
DEPA / UFRPE

Examinadores: _____

Prof. José Ramon Barros Cantalice, Dr.
DEPA / UFRPE

Prof. Egídio Bezerra Neto, Dr.
DQ / UFRPE

Prof. Dimas Menezes, Dr.
DEPA / UFRPE

Ou se tem chuva e não se tem sol
ou se tem sol e não se tem chuva!

Ou se calça a luva e não se põe o anel,
ou se põe o anel e não se calça a luva!

Quem sobe nos ares não fica no chão,
quem fica no chão não sobe nos ares.

É uma grande pena que não se possa
estar ao mesmo tempo em dois lugares!

Ou guardo o dinheiro e não compro o doce,
ou compro o doce e gasto o dinheiro.

Ou isto ou aquilo: ou isto ou aquilo. . .
e vivo escolhendo o dia inteiro!

Não sei se brinco, não sei se estudo,
se saio correndo ou fico tranqüilo.

Mas não consegui entender ainda
qual é melhor: se é isto ou aquilo.

“Ou Isto ou Aquilo”
- Cecília Meireles -

A minha mãe Maria José,
Ao meu pai Jofre,
Aos meus irmãos Gerson e Sávio
E as minhas tias Maria Estela e Estela Maria.

DEDICO

AGREDECIMENTO

A Deus todo poderoso, por abençoa-me com sua presença dando-me força e sabedoria imprescindíveis nos percalços ao longo da minha vida.

Aos meus pais Jofre e Maria José, meus irmãos Gerson e Sávio, minhas tias Maria Estela e Estela Maria e a todos familiares, que sempre me transmitiram princípios de dedicação, respeito, amor, e honradez.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo e a CAPES, pela oportunidade e apoio financeiro indispensáveis para a realização deste trabalho.

Ao orientador Prof. José Júlio Vilar Rodrigues pela orientação, sugestões e parceria despendida na elaboração desta dissertação, assim como, aos co-orientadores Prof. Emídio Cantídio de Oliveira Filho e Prof. Ronaldo Freire de Moura pela atenção e esclarecimentos prestados.

A todos os colegas da Pós-Graduação, em especial aos amigos Gledson Guedes Correia e Rita de Cássia Rodrigues de Souza pelo apoio, pela presença, companheirismo, e acima de tudo, pela amizade inestimável no decorrer deste trabalho.

Aos estagiários do Laboratório de Física do Solo Rogério Oliveira, Leandro Marques, Maria Daniela, Luciélio, Luiz Guilherme, Leidivam Pereira, Arlan, Aureliano e Adolfo em razão dos trabalhos em conjunto valiosos na execução das atividades laboratoriais e de casa de vegetação.

Aos funcionários da Pós-Graduação Socorro, Noca, Josué e Camilo, e em particular, ao Laboratorista e amigo Anacleto José da Fonseca Junior pela colaboração, atenção, paciência e apoio proporcionado a minha pessoa.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	02
2. 1. Substrato Hortícola	02
2. 2. O Pó de Coco	04
2. 3. O Composto Orgânico	05
2. 4. Produção de Mudas	07
2.5. Cultivo de Olerícolas	08
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3. 1. Identificação, formulação e pré-tratamento dos substratos analisados	11
3. 2. Avaliações físicas e químicas	12
3. 2. 1. Distribuição do tamanho de partículas (DTP)	13
3. 2. 2. Densidade das partículas (DP)	13
3. 2. 3. Densidade global (DG), porosidade total efetiva (PTE), capacidade de aeração (CA) e de recipiente (CR)	14
3. 2. 4. Ponto de murcha permanente (PMP)	19
3. 2. 5. Água disponível (AD)	20
3. 2. 6. Porosidade total teórica (PTT)	21
3. 2. 7. Curva característica de retenção de umidade	21
3. 2. 8. Determinação fósforo, potássio, sódio, cálcio , magnésio, nitrogênio pH e condutividade elétrica	23
3. 3. Produção de mudas olerícolas	23
3. 4. Cultivo de rabanete e alface em vaso	25
3. 5. Cultivo de pepino em Lay-Flat Bags	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4. 1. Distribuição do tamanho de partículas	29
4. 2. Densidade global e de partícula, capacidade de aeração e de recipiente, umidade volumétrica do ponto de murcha permanente e da água disponível e porosidade total efetiva e teórica	32

4. 3. Curva característica de retenção de umidade	35
4. 4. Caracterização química	38
4. 5. Produção de mudas de pimentão	41
4. 6. Produção de mudas de tomate	43
4. 7. Produção de mudas de couve	45
4. 8. Produção de mudas de pepino	48
4. 9. Cultivo de rabanete em vaso	49
4. 10. Cultivo de alface em vaso	51
4. 11. Cultivo de pepino em sistema Lay-Flat Bags	53
5. CONCLUSÕES	60
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
7. ANEXOS	75

RESUMO

A utilização de substratos agrícolas no cultivo de mudas e plantas justifica-se em razão destes controlarem de forma mais eficiente e uniforme a disponibilidade de ar, água e nutrientes em relação aos solos *in natura*. O presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de analisar o desempenho de substratos baseados no pó de coco para produção de mudas e cultivo de olerícolas em ambientes protegidos, bem como investigar uma metodologia para o pré-tratamento químico e físico do pó de coco visando otimizar seu desempenho como componente de substratos isoladamente ou em mistura com outros materiais. Os tratamentos consistiram de sete formulações de substrato contendo pó de coco pré-tratado com soluções de 0, 0,5, 1 e 2 % de N, NPK a 1%, e mistura com composto orgânico a 1:1 e 1:2 (pó de coco:composto, na base de volume) e mais a testemunha (Substrato Comercial mais Vermiculita, 1:1 na base de volume). Os oito substratos foram caracterizados fisicamente (distribuição de tamanho de partículas, densidade global e de partículas, porosidade total efetiva e teórica, capacidade de aeração, capacidade de recipiente, ponto de murcha permanente, capacidade de água disponível e curva característica de retenção de umidade) e quimicamente (pH, CE, N, P, K, Ca, Mg e Na). Concomitantemente, estes materiais foram avaliados em casa de vegetação visando à produção de mudas de tomate, pimentão, pepino e couve e no cultivo da alface, rabanete e pepino sob fertirrigação.

O pó de coco não tratado apresentou os piores resultados em termos da produção de mudas de pimentão, tomate, pepino e couve, e no cultivo de rabanete alface e pepino em ambiente protegido. O tratamento do pó de coco com 1% de NPK resultou em produtividades iguais ou maiores que o substrato comercial mais vermiculita (1:1) usado como testemunha. Os tratamentos com a adição de 0,5, 1 e 2% de N solúvel e pelas misturas de pó de coco com composto (1:1 e 2:1) mostram resultados intermediários. Os resultados demonstram a viabilidade de se utilizar o pó de coco tratado com NPK a 1% para a produção de mudas e plantas em ambientes protegidos. Já a mistura, composto orgânico mais pó de coco, na proporção volumétrica 1:1, mostrou-se eficiente no cultivo de pepino.

Palavra-chave: Pó de Coco; Propriedades químicas e físicas; Substratos; Produção de mudas; Cultivo de olerícolas.

ABSTRACT

The utilization of agricultural substrates in the growth of seedlings and plants is justified in view of their more efficient and uniform control of air and water nutrient availability in relation to soils *in natura*. The present work was developed in order to analyze the performance of substrates based upon coir dust on the production of seedlings and growth of horticultural plants under protected environment, as well as to investigate methods of chemical and physical pre-treatment of the coir dust to optimize its performance as a component of substrates either by itself or in mixtures with other materials. The treatments consisted of seven substrate formulations containing coir dust pre-treated with solutions of 0, 0,5, 1,0, and 2 % N, and NPK at 1% concentration at a dry weight basis, and the mixture with organic compost at 1:1 and 1:2 (coir:compost on a volume basis) plus a control (Commercial Substrate plus Vermiculite, 1:1 on a volume basis). The eight substrates were physically (particle size distribution, bulk density, total and effective porosity, air capacity, container capacity, permanent wilting point, available water capacity and water release curve) and chemically (pH, CE, N, P, K, Ca, Mg, and Na) characterized. At the same time, these materials were evaluated under greenhouse conditions through the production of tomato, bell pepper, cucumber, and cabbage seedlings and the production of lettuce, radish and cucumber with fertigation.

The untreated coir dust showed the worst results in terms of the production of pepper, tomato, cucumber and cabbage seedlings, as well as in the growth of lettuce, radish, and cucumber plants. The pre-treatment of coir dust with 1% of NPK resulted in yields equal to or higher than the control commercial substrate plus vermiculite (1:1). The treatments with the addition of 0,5, 1,0 and 2 % of soluble N and by the mixtures of coir dust and compost (1:1 and 1:2) presented intermediate results. The results demonstrated the viability of using pre-treated coir dust with NPK at 1% for the production of seedlings and plants under protected environment.

Key words: coir dust; physical properties; chemical properties; seedling production; horticultural plants growth.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna visa obter a maior produtividade das culturas no menor espaço físico e de tempo. Dessa forma, o uso de substratos agrícolas justifica-se dado à possibilidade de controlar a disponibilidade de ar, água e nutrientes de maneira mais eficiente e uniforme em relação aos solos *in natura*, na produção de mudas e plantas em recipientes.

Atualmente, os produtores de Pernambuco importam do sul do país a quase totalidade dos substratos agrícolas utilizados na produção de mudas na horticultura, fruticultura, floricultura e silvicultura. Além disso, a crescente produção de flores e plantas ornamentais no estado, contribui no aumento da demanda, em função destas serem cultivadas até o estágio adulto em recipientes com substratos.

Os substratos importados da região Sudeste são produzidos a partir de materiais como cascas de pinus compostada, vermiculita e outros que são, por natureza, volumosos e, conseqüentemente, têm custos elevados para o produtor local, principalmente em função dos fretes. Ao mesmo tempo, a compra desse material acarreta a fuga de divisas do estado. Sendo assim, dois materiais locais, o pó de coco e a casca de café mais esterco bovino compostados, surgem como alternativa para reduzir os gastos referentes a este insumo.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o desempenho de substratos hortícolas elaborados a partir do componente pó de coco e composto orgânico, em relação às propriedades físicas e químicas, produção de mudas olerícolas, cultivo de alface, rabanete e pepino em casa de vegetação, bem como investigar uma metodologia para pré-tratamento físico e químico do pó de coco para melhorar seu desempenho como componente, isolado ou em mistura, de substratos .



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. 1. Substratos Hortícolas

O cultivo de plantas utilizando substratos é uma técnica amplamente empregada na maioria dos países de horticultura avançada. Essa técnica apresenta diversas vantagens, entre elas o manejo mais adequado da água, evitando a umidade excessiva em torno das raízes. A escolha do substrato a ser utilizado deve ser baseada na sua capacidade de favorecer a atividade fisiológica das raízes (Rosa et al., 2002).

O termo substrato se aplica a todo material sólido, natural ou sintético, bem como residual quer de origem mineral ou orgânica, distinto do solo, que colocado em um recipiente em forma pura ou em mistura de dois ou mais componentes permita o desenvolvimento do sistema radicular, desempenhando, portanto, um papel de suporte para a planta (Abad & Noguera, 1998).

Os critérios genéricos para se obter um substrato ideal para a produção de plantas são relativamente simples: elaborar uma mistura com boa aeração, uma alta retenção e disponibilidade de umidade de modo que as plantas não sequem com muita rapidez, que possa ser utilizada em recipientes de diversos tamanhos, contenha todos os nutrientes necessários, e seja adaptado a uma grande variedade de espécies. Nenhum material isolado poderá satisfazer a todos esses requerimentos simultaneamente, de modo que geralmente misturam-se dois ou mais materiais para a elaboração de substratos próximos ao ideal. Esses substratos são utilizados em grande volume na produção de plantas em escala comercial, o que freqüentemente torna o custo unitário um fator limitante na escolha dos ingredientes da mistura.

Uma variedade muito grande de materiais tem sido utilizada na elaboração de substratos agrícolas. Trabalhos como o de Backes (1990) e Grolli (1991), com composto de lixo urbano; Fermino (1996), com cascas de abacaxi, fibras, cascas e sementes de algodão (resíduos da indústria têxtil), aguapé, bagaço de cana, maravalha e serragem de *Pinus spp. in natura* e resíduos de papel (tipo “confete”); e também como o de Gauland (1997),



estudando casca de arroz carbonizada e queimada como condicionadores em substratos de turfa, buscando explorar resíduos disponíveis na região sul do Brasil para compor substratos agrícolas. Além desses, a cama de aviários, casca de coníferas, compostos orgânicos, vermiculita, perlita, lã de rocha, pó de coco, além de vários outros componentes orgânicos e minerais foram citados por Gruszynski (2002).

De acordo com Fonteno (1996), Carneiro (1995) e Minami (1995), as características de um componente de substrato ideal são:

- Ser econômico – competitivo com outros produtos no mercado;
- Proporcionar um crescimento consistentemente e regular das plantas;
- Ter disponibilidade assegurada o ano inteiro;
- Apresentar uniformidade ou consistência de qualidade de lote a lote;
- Suprir de maneira adequada o requerimento de nutrientes;
- Boa capacidade de retenção de água e ar simultaneamente;
- Não degradar ou encolher significativamente com o uso;
- Baixa densidade global para baratear os custos de transporte;
- Não possuir elementos fitotóxicos;
- Não possuir contaminantes, sementes de ervas daninhas, pragas, doenças e materiais indesejáveis.

As propriedades hidráulicas influenciam a entrada de água no substrato, o movimento de água até as raízes, o fluxo de água para fora do substrato (drenagem) e a evaporação da água na superfície do substrato (Fonteno, 1996). As propriedades hidráulicas podem ser divididas em duas áreas: 1) Características de Retenção de Água, e 2) Condutividade Hidráulica. As características de retenção de água medem a habilidade do substrato de armazenar água. Esta área tem sido objeto de muitos estudos nos últimos 20 anos. Termos como, “capacidade de recipiente” (White & Mastalertz, 1966), “água facilmente disponível” (De Boodt & Verdonck, 1972), e “Ponto de Murcha Permanente” (Cassel & Nielsen, 1986) têm aumentado o entendimento acerca do armazenamento de água em substratos. Um bom substrato, dentre outras



propriedades físicas, deve apresentar uma boa aeração para permitir a difusão de oxigênio para as raízes (Silva Júnior & Visconti, 1991). No entanto, elevados valores de espaço de aeração podem trazer deficiências hídricas às plantas, especialmente no caso de irrigações pouco freqüentes (Schmitz, 2002).

2. 2. O pó de coco

Dentre os materiais disponíveis no estado de Pernambuco que apresentam excelentes propriedades hidráulicas, destaca-se o pó de coco, “coir” no comércio mundial. Este é o nome genérico que se dá ao resíduo da extração de fibras longas do mesocarpo do coco. Estas fibras longas são utilizadas na fabricação de tapetes, cordas, assento de automóveis, e vários outros produtos. As fibras curtas e o pó são resíduos dessa extração, para os quais ainda têm pouca utilidade industrial (Meerow, 1994). A boa estrutura do pó de coco e suas propriedades físicas e químicas vêm a justificar sua aplicação na produção de substratos agrícolas. O pó de coco apresenta altos teores de lignina e celulose e é rico em potássio além dos micronutrientes Mn, Zn e Cu (Vavrina et al. 1996). Estes elevados valores 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., 1998), 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 fertilizantes (Carrijo, 2002).

Alguns estudos têm mostrado (Handreck, 1993; Siqueira et al. 2003; Solto et al, 2003) que é necessário aumentar as dosagens de nitrogênio nas formulações de fertilizantes quando se usa o pó de coco no estado natural. Souza & Jasmim (2004), avaliando o crescimento de singônio em diferentes substratos à base de mesocarpo de coco, relata que a mistura contendo substrato comercial + mesocarpo de coco, embora tivesse quantidade considerável de nitrogênio orgânico, as plantas nele cultivadas mostraram-se



amareladas por deficiência por nitrogênio, provavelmente devido à alta relação C:N. Nesse caso, a autora sugere que poderia estar ocorrendo utilização do nitrogênio para decomposição do mesocarpo de coco, já que não tinha sido feita suplementação de nitrogênio. Conforme Röber (1999), o uso de cascas não decompostas e a não adição de nitrogênio leva a fixação do nitrogênio do substrato e, conseqüentemente, deficiência de nitrogênio nas plantas, por causa de alta relação C:N.

A indústria de processamento de coco, verde ou maduro, gera uma quantidade significativa de resíduos. No caso do coco maduro, as cascas são, geralmente, utilizadas como combustível de caldeiras ou ainda processadas para beneficiamento de fibras (Rosa et al., 2002).

Comumente 65 % do peso total de um coco maduro é atribuído à noz e a seu conteúdo, enquanto os 35% restantes correspondem à parte fibrosas (casca), constituída por uma fração de fibras e outra fração denominada pó, que se apresenta agregada às fibras (Rosa et al., 2002).

O processamento da casca de coco maduro para obtenção de fibras gera um material residual (pó de coco e fibras) demasiadamente pequeno. Este volume produzido, e conseqüentemente, acúmulo nas adjacências das fábricas de fibras, evidentemente, tornam-se temerosos à possibilidade de geração de problemas ambientais.

O pó de coco já tem sido testado, isoladamente ou em combinação com outros materiais, com bons resultados numa ampla variedade de plantas (Cresswell, 1992; Evans et al. 1996; Pragana, 1999; Rodrigues et al.1999). Muito embora, na maioria dos testes, o pó de coco tenha apresentado resultados estatisticamente iguais ou superiores aos substratos comerciais à base de turfa, Vavrina et al. (1996) e Handreck (1993) entre outros apresentaram produções menores atribuídas principalmente à imobilização do nitrogênio. Para compensar essa imobilização, o pré-tratamento com nitrogênio, do pó de coco ou substratos ricos em carbono, tem sido proposto com sucesso por Pill & Tilmon (1995).



2. 3. Compostos orgânicos

Chama-se de composto o produto do processo de decomposição de materiais orgânicos de origem animal e/ou vegetal, sob condição de intensa atividade microbiana. Este processo, na sua forma mais simples, consiste na amontoa dos resíduos em leiras, associado a tratamento químico ou não, com revolvimento periódico buscando o controle da temperatura e da umidade (Gomes & Couto, 1986; Paiva & Gomes, 1993; Paiva & Gomes, 1995).

Os resíduos utilizados no processo de compostagem são os mais diversos, tais como, esterco bovino, ovino, suíno, dentre outros; palha de arroz, folhagem, casca de café, serragem, diversos resíduos de cultura e quaisquer detritos vegetal ou animal (Nina, 1961; Deichmann, 1967; Jorge, 1983).

Segundo Gomes & Silva (2004), em termos práticos, o teor de nitrogênio determina a velocidade de decomposição e quando o resíduo tem menos de 1 % de N, a decomposição é extremamente lenta, por ser um material pobre, como no caso das gramíneas. Por outro lado, com mais de 2 % de N, a decomposição é rápida, mas sujeita à perda de N para a atmosfera (Loures, 1983).

Dentre os materiais adequados para a compostagem disponíveis na zona do Agreste de Pernambuco destaca-se a casca de café. Este material é o subproduto do beneficiamento do café em coco, tendo alguma utilização como adubo orgânico, além de componente de ração bovina. Por ser um material de alta relação Carbono/Nitrogênio, sua utilização como substrato agrícola requer uma prévia compostagem com outro componente rico em nitrogênio como o esterco bovino ou a cama de frango. O produto da compostagem da casca de café com o esterco bovino apresenta qualidades que o tornam potencialmente um componente adequado a ser misturado ao pó de coco, servindo como fonte parcial de nutrientes para as plantas.

Segundo Backes *et al.* (1988), um alto teor de sais solúveis pode provocar a queima ou necrose das raízes, sendo resultante de condições inerentes do próprio substrato ou excesso de adubação.

Menezes Júnior *et al.* (2000), avaliando diversos substratos para produção de mudas de alface, verificou que nas doses mais altas de



vermicomposto foi verificado o maior tempo de emergência das plântulas, enquanto nos substratos com doses mais baixas. O autor descreve que o alto conteúdo de sais encontrado no vermicomposto poderia ter afetado drasticamente a germinação das sementes, e o efeito de diluição do vermicomposto nas misturas preparadas, traduziu-se na maior rapidez de emergência das mudas.

Avaliando o crescimento e a composição mineral de mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta à inoculação de fungos micorrízicos vesículos-arbusculares e à aplicação de composto orgânico, verificou-se que, com o uso de composto orgânico, houve redução no crescimento das plantas, causada provavelmente pela elevada concentração de sais solúveis no substrato e altas relações K/Ca e K/Mg nas plantas (Trindade, 1992).

2. 4. Produção de mudas

O sucesso de uma produção agrícola começa pela obtenção de mudas com boa qualidade, pois aquelas mal formadas darão origem a plantas com produção abaixo de seu potencial genético (Trani, 2004).

A utilização de bandejas para produção de mudas reduz os gastos com perdas com substrato, espaço ocupado na casa de vegetação, produz mudas de boa qualidade com elevada taxa de pegamento após o transplante e minimiza os tratamentos fitossanitários (Oliveira et al., 1993). Canizares *et al.* 2002, relata a maior economia de água, uniformidade nas mudas produzidas e redução nos danos causados as raízes quando estas são cultivadas em substratos em bandeja. Segundo Echer, *et al.*(2000), o tamanho das células dos recipientes e o tipo de substrato são aspectos primordiais a serem estudados para obtenção de mudas de qualidade, pois afetam diretamente o desenvolvimento e a arquitetura do sistema radicular bem como o fornecimento de nutrientes às mudas.

Os inúmeros trabalhos referentes a caracterizações físicas e químicas, assim como, as avaliações fenológicas em diversos substratos, se fazem necessário, pois estes permitem identificar materiais isolados ou em



combinações, que forneçam melhores condições ao desenvolvimento vegetal. Geralmente, os estudos são comparativos entre substratos comercialmente utilizados pelos produtores como o Plantmax e a Vermiculita, porém de custo mais elevado, e resíduos de origens diversos, encontrados em abundância na região do estudo, no entanto, de menor valor.

Menezes Júnior *et al.* (2000), relata as vantagens relacionadas tanto ao desenvolvimento vegetativo, quanto econômico, da formulação de vermicomposto e solo em relação ao Plantmax na produção de mudas de alface. Já Souza e Jasmim (2004), obtiveram os melhores crescimentos de plantas de singônio em tutor de mesocarpo de coco, que forneceu os nutrientes necessários até o ponto de comercialização, podendo ser misturados com substrato comercial para reduzir os gastos com a produção de mudas.

2.5. Cultivo de olerícolas em recipientes com substratos

A crescente demanda por hortaliças de alta qualidade e ofertadas durante o ano todo tem contribuído para o investimento em novos sistemas de cultivo que permitam produção adaptada a diferentes regiões e condições adversas do ambiente. No Brasil, o cultivo de hortaliças em ambiente protegido, vem ganhando espaço entre os produtores, devido principalmente, à relativa facilidade em manejar as condições de cultivo quando comparado ao sistema convencional em campo aberto (Carrijo, 2004).

Goto (1997) menciona sobre o início da utilização do plástico na olericultura brasileira na década de 70, inicialmente com a cultura do morango, e atualmente já bastante empregada em diversas culturas. Com o incremento desta prática, houve necessidade do desenvolvimento de tecnologias para cultivo de hortaliças sob estruturas de proteção o que vem sendo realizado sempre buscando aliar produtividade a custos reduzidos de produção (Carrijo, 2004).

Quando se menciona ambientes protegidos, as casas de vegetação permitem alterar o microclima de um determinado ambiente, viabilizando o cultivo de hortaliças em épocas desfavoráveis do ano (Martins *et al.*, 1994),



bem como ampliar o período de produção (Makishima e Carrijo, 1998), proporcionando maior produtividade e melhor qualidade de frutos (Loures, *et al.*, 1998). A busca de práticas que concentrem a produção sob estruturas de proteção na entressafra é importante para regularizar o abastecimento e obter preços mais elevados (Streck *et al.*, 1998).

Recentemente o desenvolvimento ocorrido na olericultura brasileira mostra uma convergência ao aumento do consumo de produtos processados com maior valor agregado (Resende, 2004). Dentre as hortaliças consumidas em conserva, o pepino é uma das mais importantes (Costa, 2000). A cultura do pepino para processamento ocupa posição de destaque na região Sul do Brasil, tendo o estado de Santa Catarina como principal produtor nacional (Silva, *et al.*, 1992). Nesta região, o cultivo desta olerácea para produção de frutos destinados à industrialização é realizado, empregando-se híbridos ginóicos com elevado potencial de rendimento de frutos (Espínola, 2000). Contudo, sendo o pepino uma cultura que requer grande intensidade de luz e longo período de temperatura elevada, tendo pouca resistência ao frio (Whitaker e Davis, 1962; Knott, 1966), o período de entressafra no inverno das regiões Sul e Sudeste é uma realidade que ocasiona queda na produção e ociosidade da indústria (Nadal *et al.*, 1986). Neste contexto, os perímetros irrigados da região Nordeste e Norte de Minas Gerais, emergem com grande potencial de produção durante todo o ano, em função de suas condições climáticas (Resende, 2004).



3. MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram conduzidos nos Laboratórios de Química, Física e Fertilidade do Solo, do Setor de Solos do Departamento de Agronomia, e de Química Vegetal do Departamento de Química. Já os experimentos de cultivo foram realizados em casas de vegetação (Figura 1) na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) na cidade do Recife - Pernambuco.



Figura 1: A - Telado de horticultura, B – Estrutura metálica com cobertura plástica e C – Casa de vegetação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) utilizado na condução dos experimentos em ambientes protegidos. Recife, 2005.



3. 1. Formulação e pré-tratamento dos substratos analisados

Oito substratos foram formulados a partir do pó de coco, composto orgânico, Substrato comercial (Tropstrato) e vermiculita nas seguintes proporções volumétricas:

- 1 - Tropstrato + vermiculita (1:1) – Trop+Ver;
- 2 - Pó de coco não tratado - PC;
- 3 - PC + 0,5 % de N - PC0,5%N;
- 4 - PC + 1,0 % de N - PC1,0%N;
- 5 - PC + 2,0 % de N - PC2,0%N;
- 6 - PC + composto orgânico (CO) (1:1) – PCC(1:1);
- 7 - PC + CO (2:1) – PCC(1:2);
- 8 - PC + 1 % de NPK – PC1,0%NPK.

O substrato comercial Tropstrato (hortaliças) e a vermiculita (granulometria média) foram escolhidos como testemunhas por serem utilizados comercialmente e empregados com frequência em experimentos. O Tropstrato é um composto orgânico formulado a partir de casca de pinus, turfa, vermiculita, carvão e macro e micronutrientes. A mistura dos dois componentes deveu-se à necessidade de diminuir o peso do Tropstrato adicionando-se a vermiculita por sua baixa densidade global.

O pó de coco utilizado para compor os demais substratos foi obtido numa fábrica de extração da fibra de coco situada no município de Igarassu, Pernambuco. O material após secagem parcial ao ar livre foi peneirado em malha quadrada de 6 mm, para a retirada de restos de fibras e materiais estranhos.

Os procedimentos empregados para o tratamento dos substratos PCNT+0,5%N, PCNT+1,0%N, PCNT+2,0%N e PCNT+1,0%NPK foram de acordo com a metodologia descrita por Pill & Tilmon (1995). O adubo solúvel nitrato de amônia foi usado como fonte de nitrogênio, e as dosagens de N (0,5, 1 e 2%) foram calculadas na base de massa seca, enquanto para o substrato PCNT+1,0%NPK, o adubo solúvel comercial adotado foi o Maxsol - NPK (19-



19-19₊₃) e a dosagem adotada também foi calculada na base de massa seca. Inicialmente, após secagem parcial ao ar livre e peneiramento, o pó de coco foi pesado e acondicionado em tanque de fibra de vidro. Em seguida, foram retiradas amostras e através de pesagem da massa úmida (MU) e da massa seca (MS), determinou-se a umidade na base de massa (θ_m) do pó de coco por meio da seguinte expressão: $\theta_m = (MU-MS)/MS$. Em função da massa seca contida no tanque, foram adicionadas as soluções de adubo (tanto para o nitrato de amônia como para o Maxsol) num volume de água suficiente para elevar a umidade do pó de coco para 40% na base de matéria úmida.

O produto da compostagem da casca de café com esterco bovino, foi usado na formulação dos substratos PCNT+CO(1:1) e PCNT+CO(1:2). O composto foi elaborado pela mistura volumétrica de 2:1 de casca de café e esterco bovino, respectivamente. Pilhas de secção trapezoidal com 2,5 m de base inferior, 1,5 m na base superior, 1,2 m de altura e 10 metros de comprimento foram elaboradas, mantidas úmidas (40 a 50 % de umidade), e reviradas periodicamente até que a temperatura da pilha estivesse equilibrada com a do ambiente (maturação).

3. 2. Avaliações físicas e químicas

Os oito substratos formulados foram analisados quanto a suas propriedades físicas e químicas segundo as metodologias utilizadas para estas determinações descritas no manual Standards Australia (2003), em Pragna (1999), EMBRAPA (1997) e Bezerra (1994). As seguintes características físicas foram determinadas: distribuição de tamanho de partículas, densidade global e das partículas, porosidade total efetiva e teórica, capacidade de aeração, capacidade de recipiente (De Boodt & Verdonck, 1972), ponto de murcha permanente, curva característica de retenção de umidade e capacidade de água disponível. Os parâmetros químicos determinados foram: pH, condutividade elétrica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio e magnésio. A exceção da curva característica de retenção de umidade, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de



Tukey ao nível de 1 % de probabilidade, e posteriormente, alguns resultados foram confrontados com os valores considerados ideais pela literatura. As médias das características físicas e químicas foram obtidas a partir de quatro repetições.

3. 2. 1. Distribuição do tamanho de partículas (DTP)

A distribuição do tamanho de partículas dos substratos avaliados foi determinada com base na metodologia proposta por Pragana (1999).

A princípio foram pesados 100 g de cada substrato seco ao ar, e em seguida, peneirados manualmente, em malha de 4,00; 2,00; 1,00; 0,50 e 0,25 mm, de maneira que o mínimo de partículas passasse pelas mesmas. As frações retidas nas respectivas peneiras mais a fração inferior a 0,25 mm foram pesadas e calculadas as percentagens em função da soma das frações coletadas, como exemplificado logo adiante.

$$\text{FRM } 4,00\text{mm (\%)} = \frac{\text{MFRM } 4,00 \text{ mm (g)}}{\text{SFC (g)}} \times 100, \text{ onde:}$$

FRM 4,00mm = percentagem da fração retida na malha de 4,00 mm;

PFRM 4,00 mm = massa da fração retida na malha de 4,00 mm;

SFC = soma das frações coletadas.

3. 2. 2. Densidade das partículas (DP)

Esta prática baseou-se segundo metodologia descrita pela EMBRAPA (1997), com as modificações descritas abaixo em função das características específicas dos materiais orgânicos em relação aos solos minerais.

A densidade das partículas (DP) foi determinada através da fórmula:



$$DP \text{ (g.cm}^{-3}\text{)} = \frac{MS \text{ (g)}}{Vs \text{ (cm}^3\text{)}}, \text{ onde:}$$

DP = densidade de partícula;

MS = massa seca;

Vs = volume das partículas sólidas.

Para determinação da massa seca (MS), inicialmente os substratos foram levados à estufa (105°C) até atingir massa constante (72 horas). Logo após, as amostras foram maceradas e peneiradas em malha de 0,6 mm, e passados mais 24 horas de secagem em estufa, pesou-se 5 g para os substratos PCNT, PCNT+0,5%N, PCNT+1,0%N, PCNT+2,0%N e PCNT+1,0%NPK, e 10 g para os demais. A diferença entre os pesos dos respectivos tratamentos variou em função do volume que os mesmos ocupavam no balão volumétrico de 50 mL, de forma que todos os materiais estivessem ajustados a uma mesma altura no balão. Posteriormente, as amostras foram colocadas nos balões e adicionou-se álcool etílico PA, através de uma bureta de 50 mL, até pouco mais da metade do mesmo. Em seguida, as amostras foram agitadas manualmente de maneira a eliminar as bolhas de ar que se formavam. Neste primeiro instante foi definido o volume de álcool gasto inicialmente. Depois de aferidos, os balões foram fechados e após 24 horas realizou-se outra agitação manual objetivando a expulsão do ar remanescente, para só então determinar o volume total de álcool gasto (VTAG).

Finalmente, foi calculado o volume das partículas sólidas pela expressão:

$$Vs \text{ (mL=cm}^3\text{)} = VB \text{ (50 mL = cm}^3\text{)} - VTAG \text{ (mL=cm}^3\text{)}, \text{ onde:}$$

Vs = volume das partículas sólidas;

VB = volume do balão;

VTAG = volume total de álcool gasto.



3. 2. 3. Densidade global (DG), porosidade total efetiva (PTE), capacidade de aeração (CA) e de recipiente (CR)

Duas metodologias diferentes para a determinação dos parâmetros físico-hídricos dos substratos foram utilizadas. A primeira, descrita a seguir foram determinados a partir do manual de análise de substratos, Standards Australia (2003), e a segunda foi baseada na obtenção da Curva de Retenção de Umidade como preconizada por De Boodt & Verdonck (1972) e descrita no Item 3.2.7.

Para o primeiro método, foi construído um aparato (Figura 2) composto de uma base de PVC com 7,5 cm de diâmetro e 12 cm de altura contendo um caps com quatro furos de 9 mm para drenagem (base) e uma extensão de PVC com mesma altura e diâmetro (parte superior) . Os furos da base foram fechados de modo que fosse possível enchê-la com água, e através do peso deste volume de água gasto, por correlação, determinou-se o volume total da base (VTB). Este volume correspondeu ao volume total utilizado para calcular os parâmetros acima citados.



Figura 2: Materiais utilizados para determinação da densidade global, porosidade total efetiva, capacidade de aeração e de recipiente.

A – Tela plástica com malha de 1,0 mm; B – Base do aparato (cano de PVC com 7,5 cm de diâmetro e 12 cm de altura contendo um caps com quatro furos de 9 mm); C – Base do aparato mais extensão - cano de PVC com mesma altura e diâmetro da base; D – Base do aparato com gaze e liga de borracha; E – Prato plástico e suporte com aberturas (cano de PVC de 7,5 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura com quatro aberturas alternadas de cada lado). Recife, 2005.



Primeiramente os substratos foram umedecidos 24 horas antes do teste, de maneira que não liberasse água quando espremidos manualmente. Em seguida, uma tela plástica (Figura 2 A) foi acondicionada dentro da base de maneira a impedir que os substratos saíssem pelos furos de drenagem (Figura 2 B). Os substratos foram então colocados até o topo de cada aparato (Figura 2 C) e compactados através de queda livre do conjunto sobre uma manta de borracha a uma altura de cinco cm por cinco vezes. Posteriormente, o mesmo foi colocado num recipiente com água de forma que o nível desta permanecesse na mesma altura da mistura dentro do aparato. O aparato ficou assentado, dentro do recipiente (bacia plástica), sobre um suporte que continha aberturas (cano de PVC de 7,5 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura com quatro aberturas alternadas de cada lado) de maneira a facilitar o movimento de água. Um cilindro metálico foi colocado sobre o aparato para evitar que o mesmo flutuasse (Figura 3 A). Decorridos 30 minutos de saturação, o conjunto foi removido e deixado drenar por 5 minutos (Primeiro ciclo de saturação). O ciclo de drenagem e saturação foi repetido mais duas vezes, no entanto, o intervalo de saturação foi reduzido para 10 minutos (Figura 3 A). Ao final do terceiro ciclo, a parte superior do conjunto foi removida, assim como, o excesso da mistura. Com ajuda de uma gaze e uma liga de borracha, cobriu-se o topo da base, e esta então foi colocada novamente no recipiente por mais 10 minutos. Porém, desta vez o nível d'água foi mantido acima da base, conforme mostra a Figura 3 B.

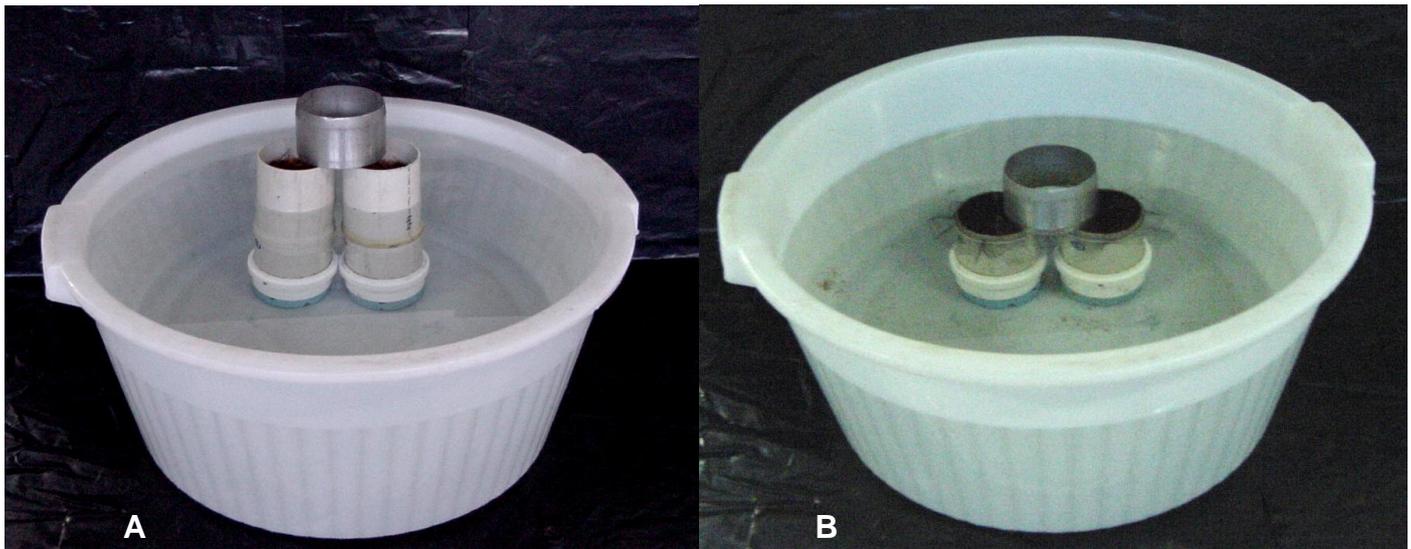


Figura 3: Materiais utilizados na determinação da densidade global, porosidade total efetiva, capacidade de aeração e de recipiente dos substratos avaliados.

A – Primeiro ciclo de saturação. Recipiente com água contendo a base e a extensão do aparato com pó de coco, sobre o suporte com aberturas, e cilindro metálico; B – Segundo ciclo de saturação. Recipiente com água contendo a base do aparato com pó de coco preso com uma gaze e liga de borracha, sobre o suporte com aberturas, e cilindro metálico. Recife, 2005.

Com o auxílio dos dedos, os furos da base foram obstruídos, e lentamente a mesma foi retirada do recipiente e posta para drenar durante 30 minutos sobre o suporte dentro de uma bandeja com peso conhecido (Figura 4). Antes de a base ser colocada na bandeja plástica para drenar, a mesma e as mãos do operador foram rapidamente enxugadas com um pano.

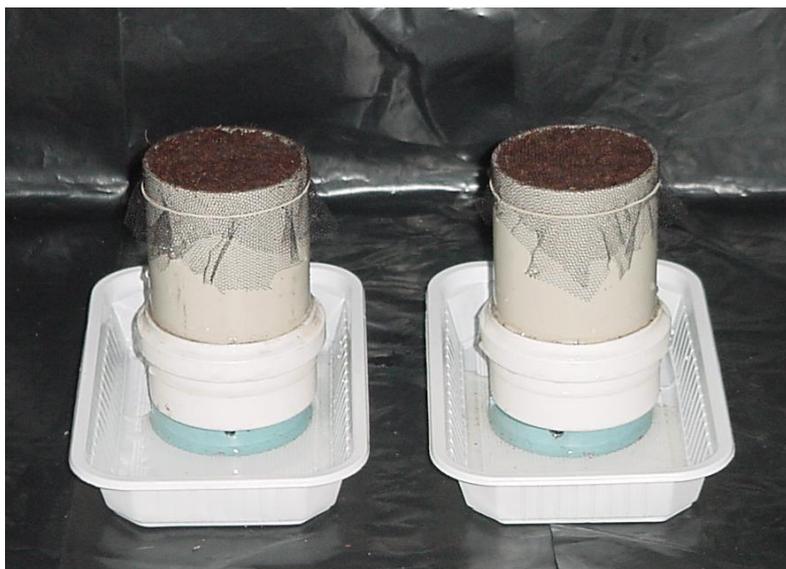


Figura 4: Base do aparato no processo de drenagem utilizado nas determinações da densidade global, porosidade total efetiva, capacidade de aeração e de recipiente, sugeridos pelo manual Standards Australian (2003). Recife, 2005.



Após este intervalo, a mistura contida na base foi transferida para uma bandeja de alumínio, também de peso conhecido, e então pesada (massa úmida referente à capacidade de recipiente - MUCR). Finalmente, a bandeja foi encaminhada à estufa a 105°C permanecendo até obtenção do peso constante (massa seca - MS). O peso da água drenada correspondeu ao volume da capacidade de aeração (VCA).

A capacidade de aeração (CA) foi determinada pela seguinte fórmula:

$$CA (\%) = \frac{VCA (\text{cm}^3)}{VTB (\text{cm}^3)} \times 100, \text{ onde:}$$

CA = capacidade de aeração;

VCA = volume da capacidade de aeração;

VTB = volume total da base do aparato.

A densidade global (DG) foi obtida através expressão:

$$DG (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}) = \frac{MS (\text{g})}{VTB (\text{cm}^3)}, \text{ onde:}$$

DG = densidade de global;

MS = massa seca;

VTB = volume total da base do aparato.

A capacidade de recipiente (CR) foi determinada da seguinte maneira:

$$CR (\%) = \frac{(MUCR - MS) (\text{g})}{VTB (\text{cm}^3)} \times 100, \text{ onde:}$$

CR = capacidade de recipiente;

MUCR = massa úmida da capacidade de recipiente;

MS = massa seca;

VTB = volume total da base do aparato.



A porosidade total efetiva (PTE) foi obtida pela expressão:

$$\text{PTE (\%)} = \text{CA (\%)} + \text{CR (\%)}$$

PTE = porosidade total efetiva;

CA = capacidade de aeração;

CR = capacidade de recipiente.

3. 2. 4. Ponto de murcha permanente (PMP)

A umidade volumétrica do ponto de murcha permanente (PMP), correspondente à retenção hídrica dos materiais analisados em potencial matricial -15.000 cm, foi determinada por gravimetria no extrator de placa de pressão de Richards, segundo metodologia da EMBRAPA (1997).

Os substratos foram colocados em anéis (diâmetro de 5,0 cm e altura de 1,0 cm) da placa do referido extrator, os quais permaneceram por 24 horas saturando. Em seguida, o excesso de água foi retirado da placa e a mesma levada ao extrator, e depois de decorrido mais 24 horas (tempo necessário a retirada e estabilização da umidade), pesou-se as amostras referente a massa úmida do PMP (MUPMP). Ao final, os materiais foram encaminhados à estufa a 105°C por 24 horas (tempo necessário para obtenção de massa seca constante MS).

A umidade na base de massa do ponto de murcha permanente (θ_{mPMP}) foi determinada da seguinte forma:

$$\theta_{mPMP} \text{ (g/g)} = \frac{(\text{MUPMP} - \text{MS}) \text{ (g)}}{\text{MS (g)}}, \text{ onde:}$$

θ_{mPMP} = umidade na base de massa do ponto de murcha permanente;

MUPMP = massa úmida do ponto de murcha permanente;

MS = massa seca.



A densidade global do ponto de murcha permanente (DGPMP) foi feita pelo cálculo abaixo:

$$DGAPMP \text{ (g.cm}^{-3}\text{)} = \frac{MS \text{ (g)}}{VAER \text{ (cm}^3\text{)}} \text{ , onde:}$$

DGAPMP = densidade de global da amostra do ponto de murcha permanente;

MS = massa seca da amostra do anel do ponto de murcha permanente;

VAER = volume do anel do extrator Richards.

A umidade volumétrica do ponto de murcha permanente (θ_{VPMP}) foi calculada pela fórmula:

$$\theta_{VPMP} \text{ (cm}^3\text{.cm}^{-3}\text{)} = \theta_{mPMP} \text{ (g/g)} \times DGAPMP \text{ (g.cm}^{-3}\text{)} \text{ , onde:}$$

θ_{VPMP} (cm³.cm⁻³) = umidade volumétrica do ponto de murcha permanente;

θ_{mPMP} = umidade na base de massa do ponto de murcha permanente;

DGAPMP = densidade de global da amostra do ponto de murcha permanente.

Obs: PMP (%) = θ_{VPMP} (cm³.cm⁻³) x 100, onde:

PMP (%) = ponto de murcha permanente em percentagem;

θ_{VPMP} (cm³.cm⁻³) = umidade volumétrica do ponto de murcha permanente.

3. 2. 5. Água disponível (AD)

A determinação da água disponível (AD) dos substratos foi obtida segundo metodologia da EMBRAPA (1997) pela expressão:

AD (%) = CR (%) – PMP (%), onde:

AD (%) = água disponível em percentagem;

CR (%) = capacidade de recipiente em percentagem;



PMP (%) = ponto de murcha permanente em percentagem.

3. 2. 6. Porosidade total teórica (PTT)

A porosidade total teórica (Pt) foi calculada segundo metodologia da EMBRAPA (1997) através da expressão:

$$PTT (\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}) = 1 - \frac{DG (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})}{DP (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})}, \text{ onde:}$$

PTT = porosidade total teórica;

DG = densidade gobar;

DP = densidade das partículas.

3. 2. 7. Curva característica de retenção de umidade

Esta determinação fundamenta-se nos procedimentos proposto por De Boodt & Verdonck (1972).

Inicialmente, os substratos foram umedecidos gradativamente até o ponto que a água não escorresse quando levemente espremidos manualmente, sendo então acondicionados nos anéis de PVC com volume total (VT) de 53,09 cm³ (diâmetro de 5,2 cm e altura de 2,5 cm), na placa porosa nº 4 de funis de Buckner. Em seguida, cobriram-se os anéis com uma tela presa com uma liga de borracha, visando apreender os substratos no momento da saturação. Por 24 horas as amostras permaneceram saturando, e quando removido o excesso d'água, igualou-se o menisco da pipeta com a sucção 0 cm da coluna pendente. As extremidades do funil e da pipeta foram cobertas com plástico procurando reduzir a água perdida pela evaporação.

Após o período de saturação, aplicou-se as sucções de 0, 10, 50 e 100 cm (representando os potenciais matriciais), e ao final da estabilização da última sucção, determinaram-se os pesos úmidos e secos (em estufa a 105°C até manter-se constante) dos substratos. De posse do VT, da massa úmida (MU) e da massa seca (MS) foi possível determinar as umidades na base de massa ($\theta_m = (MU - MS) / MS$), da densidade global ($D_g = MS / VT$) e umidades



na base de volume ($\theta_v = \theta_m \times D_g$) dos substratos analisados. Estes parâmetros foram avaliados, pois é através deles que se torna possível montar as curvas características.

As curvas características de retenção de umidade foram construídas em uma planilha no Excel através da relação do potencial matricial (-cm) e a umidade na base de volume (%), gerando um gráfico que expressa o comportamento da retenção de água de um material em função da variação de uma sucção aplicada ao mesmo.

Os parâmetros : Porosidade Total Efetiva (P_{Te}), Espaço de Aeração (EA), Capacidade de Retenção de Água (CRA), Água Facilmente Disponível (AFD) e a Água Remanescente (AR) foram obtidos da Curva Característica de acordo com as definições propostas por De Boodt & Verdonck (1972) , e são obtidos a partir da curva característica pelas seguintes equações:

$$P_{Te} = \theta_{v0cm}$$

$$EA = P_{Te} - \theta_{v10cm}$$

$$CRA = \theta_{v10cm}$$

$$AFD = \theta_{v10cm} - \theta_{v100cm}$$

$$AR = \theta_{v100cm}$$

Onde : θ_{v0cm} = Umidade volumétrica a 0 cm de sucção (saturação)

θ_{v10cm} = Umidade Volumétrica a 10 cm de sucção .

θ_{v100cm} = Umidade Volumétrica a 100 cm de sucção.



3. 2. 8. Determinação fósforo, potássio, sódio, cálcio , magnésio, nitrogênio pH e condutividade elétrica

Oito amostras de cada substrato foram utilizadas para as determinações químicas: quatro delas para o substrato que tinha sido armazenado após a elaboração e quatro após serem usados como meio de crescimento do pepino por 3 meses na casa de vegetação. As amostras foram submetidas à digestão úmida em HNO₃ + HClO₄ (5:1) para obtenção dos extratos. Em seguida, procedeu-se às determinações químicas de fósforo pelo método de fotocolorimetria, potássio e sódio pelo método de fotometria de chama, cálcio e magnésio pelo método de espectrofotometria de absorção atômica e nitrogênio pelo método Kjeldahl (Bezerra Neto & Barreto, 2004). O pH e a condutividade elétrica foram determinados a partir do extrato de saturação em água (1:2,5), onde pesou-se 10 g de substrato para 25 mL de água. O pH foi determinado 30 minutos após a saturação, já a CE, ao final de 24 horas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1 % de probabilidade, e comparados posteriormente, com os valores considerados ideais pela literatura.

3. 3. Produção de mudas olerícolas

Os oito substratos formulados foram testados quanto à produção das seguintes olerícolas:

- Pimentão (*Capsicum annum* L.), cuja variedade foi a Cascadura ikeda. Este foi semeado no dia 08 de novembro de 2004 e colhido após 33 dias, em 11 de dezembro do mesmo ano;

- Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), e a variedade utilizada foi a Santa Cruz kada. O tomate foi plantado no dia 11 de novembro de 2004 e a coleta foi feita 16 após o plantio (27 de novembro);



- Couve (*Brassica pekinensis* Lour.), onde foi escolhida a variedade – Couve chinesa Pé-tsai. O experimento teve a duração de 14 dias desde o semeio (01 de dezembro de 2004) até a retirada das plantas para avaliação (15 de dezembro de 2004);
- E por fim, pepino (*Cucumis sativus* L.). A variedade adotada foi a Aodai, e seu plantio ocorreu em 16 de dezembro. Depois de 12 dias (28 de dezembro) as plantas foram avaliadas (colhidas).

A produção de mudas de tomate, pimentão, pepino e couve em tubetes, foi baseada na metodologia descrita por Pragana (1999). Os procedimentos gerais adotados para todas as espécies citadas estão detalhados a seguir:

Os substratos mencionados nos tópicos 3.1 foram homogeneizados manualmente e acondicionados em bandejas de 96 células com tubetes de 50 cm³. Em cada tubete, foram plantadas três sementes permitindo-se o desenvolvimento de apenas uma plântula por tubete ao longo do período de avaliação de cada trabalho. Após o plantio até o dia da colheita foram realizadas observações diárias com o objetivo de se determinar a percentagem de emergência ($PE = \text{NSG}/\text{NSS}$, onde NSG é o número de sementes germinadas e o NSS é o número de sementes semeadas) e o índice de velocidade de emergência ($IVE = \sum \text{NPGDO}/\text{NDDO}$, onde NPGDO é o número de plantas germinadas no dia da observação e NDDO é o número de dias no dia da observação).

As irrigações e fertirrigações foram feitas de acordo com a necessidade hídrica e estágio de desenvolvimento de cada espécie, assim como, as condições do tempo (temperatura, umidade, incidência de vento e das nuvens, etc.). Estas eram fornecidas de maneira que os tubetes iniciassem a drenagem, ou seja, atingissem a capacidade de recipiente. A água utilizada nas irrigações era oriunda do poço artesiano da própria UFRPE, e as fertirrigações eram feitas com adubo comercial Maxsol - NPK (19-19-19₊₃) a 50, 100 e 200 mg.L⁻¹ em função do estágio de desenvolvimento das plântulas.



O desbaste foi efetuado quando a maioria das plantas tinha germinado e apresentavam a parte aérea bem formada (este período variou entre as espécies), de forma que a parcela permanecesse o mais uniforme possível.

Quando as mudas apresentaram porte apropriado para serem transplantadas, procedeu-se com a coleta e determinação da altura das plântulas - AP (altura medida do colo até a folha mais alta), do número de folhas - NF, o diâmetro do caule - DC e da massa fresca da parte aérea - MFPA. Após a retirada da parte aérea, estas foram acondicionadas em papel jornal, individualizadas e postas para secar em estufa a 60°C até atingir massa seca constante - MSPA (72 horas).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com oito tratamentos (os oito substratos analisados) e quatro repetições. Cada repetição era composta por vinte e quatro células (plântulas), no entanto, apenas as oito células centrais foram avaliadas e as demais, consideradas como bordadura. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1 % de probabilidade.

3. 4. Cultivo de rabanete e alface em vaso

Com o intuito de avaliar o desempenho dos oito substratos descritos anteriormente no tópico 3.1, foram cultivados em ambiente protegido, Rabanetes da variedade Crimson Giant durante 21 de novembro de 2004 a 12 de dezembro do mesmo ano, e Alface da variedade Crespa Cacheada entre 21 de novembro e 25 de dezembro de 2004.

Tanto no experimento com o rabanete quanto com a alface, os substratos foram colocados em vasos plásticos de 400 cm³, e em cada um foram plantadas três sementes permitindo-se o desenvolvimento de apenas uma plântula por vaso ao longo do período de avaliação. O desbaste, a percentagem de germinação, o índice de velocidade de emergência, as irrigações e fertirrigações foram feitas como exposto no tópico 3.3. A colheita ocorreu quando o(s) tratamento(s) primeiramente apresentaram ponto de comercialização (21 e 34 dias após o plantio para o rabanete e o alface,



respectivamente), sendo determinados o número de folhas (NF), diâmetro da raiz (D), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR) para o rabanete. No caso da alface foram avaliados o número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA). As massas secas, tanto para o rabanete como a alface, foram determinadas após as amostras terem sido postas para secar em estufa a 60°C por 72 horas (até atingir massa seca constante).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com oito tratamentos (os oito substratos analisados) e dez repetições, totalizando 80 parcelas por cada experimento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1 % de probabilidade.

3. 5. Cultivo de pepino em Lay-Flat Bags

O pepino (*Cucumis sativus* L.) utilizado na condução deste experimento foi da variedade Opera F1. As mudas do híbrido Opera F1 foram produzidas em bandejas de 96 células com tubetes de 50 cm³ a partir de uma mistura contendo substrato comercial (Tropstrato) mais pó de coco tratado com adubo comercial Maxsol - NPK (19-19-19₊₃) a 1 % de nitrogênio em relação à massa seca. Esta mistura foi feita na proporção 1:1 volume:volume. O plantio foi feito no dia 19 de outubro de 2004 e o transplante para os Lay-Flat Bags no dia 6 de novembro de 2004. Os Lay-Flat Bags são sacos plásticos com face interna preta e externa branca de 1 metro de comprimento e volume de 20 litros. Foram utilizadas 2 plantas por saco, num espaçamento de 0,5 x 0,6 x 1,2 metros em fileira dupla, ou seja, 0,5 m entre as plantas na fileira, 0,6 m entre as fileiras que formaram as fileiras duplas e 1,2 m entre as extremidades das fileiras duplas (Figura 5).



Figura 5: Aspecto da condução do pepino da variedade Opera F1 implantado em casa de vegetação no sistema de Lay-Flat Bags. Recife, 2005.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, composto por oito blocos (repetições) contendo os oito substratos avaliados (citados no tópico 3.1) em cada bloco, perfazendo sessenta e quatro parcelas e cento e vinte e oito plantas, já que cada parcela era formada por duas plantas.

Os pepinos foram tutorados com fitilho e conduzidos com uma haste até o topo, em seguida, a haste principal foi cortada e conservaram-se as duas últimas brotações, de cima para baixo, até 1 metro do chão. Neste intervalo, foi mantida por axila, um fruto e a primeira folha do broto vegetativo, além da folha principal. Estas foram fertirrigadas com solução nutritiva de acordo com a recomendação para pó de coco descrito por Galaku (2004), descrita no Anexo 6. Já a metodologia da irrigação foi baseada segundo Siqueira et al. (2003), onde dois tambores de 200 litros cada um, foram utilizados como reservatórios da solução contendo os macros e micronutrientes, que alimentavam os sacos através do sistema de irrigação por gotejo.



As irrigações e fertirrigações foram feitas de acordo com a necessidade hídrica e estágio de desenvolvimento do pepino, influenciadas pelas condições do tempo (temperatura, umidade, incidência de vento e das nuvens, etc...). O fornecimento da água ou da solução foi feito de maneira que os sacos atingissem a capacidade de recipiente (drenassem). Quando os tambores esvaziavam realizava-se uma lavagem com água, tanto do sistema de irrigação (abrindo as saídas no final de cada linha), como dos sacos (irrigava-se de maneira que 25 % do volume dos tambores fosse consumido neste processo), com o intuito de lixiviar os sais. A água utilizada nas irrigações, ou na composição da solução, foi oriunda do poço artesiano da própria UFRPE.

A primeira colheita foi feita no dia 30 de novembro de 2004 e a última no dia 17 de janeiro de 2005, por um período de 49 dias. Em cada colheita foram medidos o número, massa fresca, comprimento e diâmetro dos frutos comercializáveis com o intuito de obter-se o NTF (número total de frutos), DMF (diâmetro médio do fruto), CMF (comprimento médio do fruto), PMF (peso fresco médio dos frutos) e o PTF (peso fresco total dos frutos) por planta. Na fase final de produção, as plantas foram irrigadas apenas com água por cerca de uma semana. Em seguida, a irrigação foi interrompida, e depois de aproximadamente uma semana, quatro amostras de cada tratamento foram retiradas e submetidas à digestão úmida em $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ (5:1) para obtenção dos extratos. Posteriormente, procedeu-se às determinações químicas de fósforo pelo método de fotolorimetria, potássio e sódio pelo método de fotometria de chama, cálcio e magnésio pelo método de espectrofotometria de absorção atômica e nitrogênio pelo método Kjeldahl (Bezerra Neto & Barreto, 2004). O pH e a condutividade elétrica foram determinados a partir do extrato de saturação em água (2:1) após repouso de 24 horas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1 % de probabilidade, e comparados posteriormente, com os valores considerados ideais pela literatura.



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4. 1. Distribuição do tamanho de partículas

A Figura 6 mostra a distribuição do tamanho de partículas dos oito substratos avaliados. Para as partículas com tamanho entre 2,00 e 4,00 mm verifica-se que o substrato Trop+Ver apresentou a maior média (29,07 %), seguido pelo PCC(1:1), e pelo PCC(1:2) (Quadro 1). Por outro lado, os tratamentos formulados unicamente com pó de coco, submetido ou não a tratamento químico, apresentaram médias bem menores variando de 7,91 a 9,42 %.

No tratamento Trop+Ver, as partículas concentram-se nos intervalos entre 2,00 e 4,00 mm. A partir deste intervalo, observa-se uma redução gradativa dos percentuais retidos no sentido de diminuição do tamanho das partículas (Figura 6 e Quadro 1). Menezes Júnior *et al.* (2000), encontraram no Plantmax (substrato similar ao Tropstrato) maiores percentagens (54,6 %) de partículas abaixo de 0,50 mm, enquanto Pragana (1999), obteve percentagens superiores (88,50 %) de partículas entre 4,76 e 1,00 mm para vermiculita. Conseqüentemente, a vermiculita veio a contribuir com o aumento da percentagem das partículas entre 4,00 e 2,00 mm enquanto o Tropstrato com as frações inferiores a 1,00 mm.



Quadro 1: Média das percentagens da distribuição do tamanho de partículas dos oito substratos avaliados

TRAT.	Abertura em mm					
	> 4,00	4,00-2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	< 0,25
	-----%					
Trop+Ver	4,30 ab	29,07 a	21,08 bc	17,93 c	15,58 b	12,05 a
PC	4,30 ab	9,42 c	20,40 c	29,71 a	28,30 a	7,88 b
PC0,5%N	2,22 b	7,91 c	19,93 c	32,98 a	29,67 a	7,29 b
PC1,0%N	3,42 ab	8,42 c	21,16 bc	31,57 a	28,24 a	7,21 b
PC2,0%N	2,19 b	8,24 c	21,82 bc	32,29 a	28,78 a	6,68 b
PCC(1:1)	4,66 a	25,80 ab	25,47 a	21,03 bc	14,93 b	8,12 b
PCC(1:2)	4,29 ab	22,94 b	23,57 ab	22,95 b	17,48 b	8,77 b
PC1,0%NPK	4,53 a	8,61 c	20,12 c	30,34 a	28,30 a	8,09 b
CV (%)	21,43	9,31	4,86	5,04	6,77	12,64

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Recife, 2005.

As misturas do PCC(1:1), PCC(1:2) e Trop+Ver apresentaram os menores percentuais de partículas retidas, tanto na faixa de 1,00 a 0,50 mm (variando de 17,93 a 22,95 %), como de 0,50 a 0,25 mm (entre 14,93 e 17,48 %). Nestes intervalos, os substratos a base de pó de coco, com ou sem tratamento químico, alcançaram as maiores médias, variando de 29,71 a 32,24 % , contrariamente ao ocorrido entre as malhas 2,00 e 4,00 mm citados anteriormente. De acordo com Pragana (1999), avaliando misturas do pó de coco com composto orgânico nas mesmas proporções volumétricas, observou-se resultados análogos, concernente às percentagens obtidas.



Granulometria dos Substratos

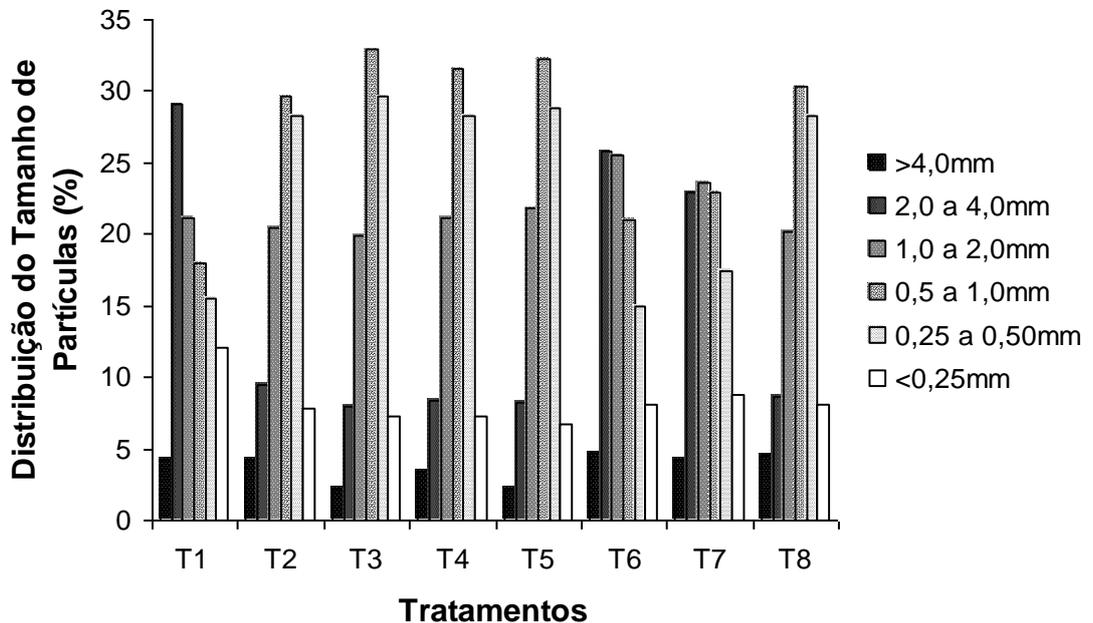


Figura 6: Distribuição do tamanho de partículas (%) dos oito tratamentos avaliados.

T1 (Trop+Ver) - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); T2 (PC) – Pó de coco não tratado; T3 (PC0,5%N) - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; T4 (PC1,0%N) - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; T5 (PC2,0%N) - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; T6 (PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); T7 (PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); T8 (PC1,0%NPK) – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Recife, 2005.

Verifica-se através da Figura 6 e Quadro 1 que o incremento de pó de coco ao composto orgânico, uniformizou a distribuição do tamanho das partículas entre 4,00 e 0,50 mm (PCC 1:1 e PCC 1:2). Segundo Schmitz *et al.* (2002), esta uniformidade garante ao material um equilíbrio entre a aeração, teores de água disponível e água remanescente fornecidos as plantas.



4. 2. Densidade global e de partícula, capacidade de aeração e de recipiente, ponto de murcha permanente, água disponível, porosidade total efetiva e teórica

As maiores densidades globais (DGs) foram apresentadas pelos substratos PCC(1:1) e PCC(1:2) (Quadro 2) de 305 e 230 kg.m⁻³, respectivamente, seguidos pelo Trop+Ver (205 kg.m⁻³). Já os tratamentos com pó de coco tratado ou não com adubo mineral, obtiveram-se as DGs mais baixas variando entre 95 e 115 kg.m⁻³. Isso deve-se ao fato de que os materiais constituídos com resíduos como a casca de pinus e de café, compostos de esterco e turfa, apresentam as DGs mais elevadas quando comparado aos substratos à base de pó de coco.

Resultados semelhantes foram encontrados por Fernandes *et al.* (2004a), Menezes Júnior *et al.* (2000), Arruda Júnior *et al.* (2004) e por Pire e Pereira (2003), com Tropstrato (Vida Verde), Plantmax (material semelhante ao Tropstrato) variando entre 280 e 310 kg.m⁻³ e pó de coco (80 e 110 kg.m⁻³). Segundo Schmitz *et al.* (2002), materiais de baixa densidade global podem acarretar problemas na fixação das plantas e tombamento se cultivados em recipientes altos. No entanto, quando o cultivo é feito em bandejas, necessita-se de substratos leves, pois há uma redução do comprometimento da estabilidade do recipiente, além de permitir a utilização desses materiais como condicionantes em misturas com outros resíduos de alta densidade.

Os valores das densidades de partícula (DP) encontradas no Quadro 2 para o substrato Trop+Ver (1.980 kg.m⁻³), PC (1.740 kg.m⁻³) e nas misturas PCC(1:1) e PCC(1:2) (2.073 e 2.161 kg.m⁻³, respectivamente), se aproximam das determinações obtidas por Pragana (1999) para Plantmax (1.860 kg.m⁻³), pó de coco 1.740 kg.m⁻³ e composto orgânico + pó de coco para as mesmas proporções (1.870 e 1.900 kg.m⁻³).



Quadro 2: Média da densidade global (DG), densidade de partícula (DP), capacidade de aeração (CA), capacidade de recipiente (CR), umidade volumétrica do ponto de murcha permanente (PMP), umidade volumétrica da água disponível (AD), porosidade total efetiva (PTE) e da porosidade total teórica (PTT) dos oito substratos avaliados

TRAT.	DG	DP	CA	CR	PMP	AD	PTE	PTT
	-----kg.m ⁻³ -----		-----m ³ .m ⁻³ -----					
Trop+Ver	205 c	1.980 abc	0,15 a	0,56 d	0,21 b	0,35 e	0,71 d	0,90 b
PC	96 e	1.740 c	0,14 ab	0,67 c	0,28 a	0,39 de	0,80 bc	0,94 a
PC0,5%N	99 e	1.819 bc	0,12 bc	0,75 ab	0,22 b	0,53 ab	0,86 ab	0,95 a
PC1,0%N	116 d	1.925 abc	0,09 cde	0,76 ab	0,24 ab	0,52 abc	0,85 ab	0,94 a
PC2,0%N	99 e	1.856 abc	0,12 bc	0,76 a	0,25 ab	0,52 abc	0,88 ab	0,95 a
PCC(1:1)	305 a	2.073 ab	0,08 de	0,68 c	0,23 b	0,45 bcd	0,76 cd	0,85 c
PCC(1:2)	230 b	2.161 a	0,10 cd	0,69 bc	0,25 ab	0,45 cd	0,80 bc	0,89 b
PC1,0%NPK	115 d	2.026 abc	0,08 e	0,80 a	0,23 b	0,57 a	0,87 ab	0,94 a
CV (%)	1,54	5,85	7,47	3,33	7,16	5,94	3,25	0,48

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Recife, 2005.

Já Almeida *et al.* (2004), caracterizando diferentes substratos isoladamente ou em misturas de fibra de coco, vermicomposto e MecPlnat® (vermiculita e casca de pinus), encontra DPs entre 920 e 1790 kg.m⁻³. Os valores inferiores descritos devem estar relacionados com o preenchimento parcial dos poros pelo álcool (método do balão volumétrico), superdimensionando o volume das partículas sólidas, e conseqüentemente, reduzindo o valor da DP calculada .

O método a ser empregado para eliminar o ar preso entre os poros, principalmente o poro incluso, é de suma importância na determinação da densidade de partícula. Pois, é através da expulsão deste ar pela maceração, peneiramento e o maior tempo de permanência do substrato no álcool antes da aferição do balão, que se obtém o volume correto das partículas sólidas.

No Quadro 2, ao contrário da densidades global , a porosidade total teórica (PTT) foi maior nos substratos a base de pó de coco puro e tratado com adubo mineral, variando de 0,94 a 0,95 m³.m⁻³. Já nos substratos PCC(1:1) (0,85 m³.m⁻³), PCC(1:2) (0,89 m³.m⁻³) e Trop+Ver (0,90 m³.m⁻³) registrou-se os menores valores. Apesar destes substratos apresentarem as menores



porosidades, estes resultados são considerados bons comparando-os com os ideais ($0,85 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, segundo Verdonck & Gabriels, 1988).

De maneira semelhante, a PTE apresentou as maiores médias para os substratos com pó de coco tratado quimicamente, a exceção do PC que juntamente aos demais, obtiveram as menores médias. Nota-se, que a porosidade total efetiva (PTE), em todos substratos, diminuiu entre 0,07 e 0,19 $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ em relação a PTT (Quadro 2). Este fato está relacionado à presença de poros oclusos, isto é, que se situam no interior das partículas orgânicas e que, na prática, podem não ser preenchidos com água no processo de saturação. Como a PTT é determinada através da DG e DP, e neste procedimento praticamente todo o ar é eliminado (metodologia adotada na obtenção da DP), justificam-se os valores superiores encontrados. Neste sentido, podemos citar os valores de DP para pó de coco obtido por Pire e Pereira (2003) através da DG e PTE, que ficaram em torno de $424 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, ou seja, de 4 a 5 vezes abaixo do valor real.

A capacidade de aeração (CA) nos substratos a base de pó de coco tratado com adubo mineral, ficou entre 0,08 e $0,12 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, e a capacidade de recipiente (CR) variou de 0,75 a $0,80 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ (Quadro 2). Pire e Pereira (2003) trabalhando com metodologia similar, encontra resultados semelhantes para CA (mínimo - $0,07 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ e máximo - $0,12 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$) e CR (mínimo - $0,66 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ e máximo - $0,73 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$) para pó de coco.

Os substratos formulados com pó de coco tratado quimicamente, de forma geral, apresentaram as maiores CR e AD (Quadro 2), seguidos das formulações PCC(1:1), PCC(1:2) e Trop+Ver. Esta seqüência concerne igualmente aos materiais de partículas com tamanho pequeno, e de ordem inversa, de granulometria grande (Quadro 1).

Apesar do tratamento Trop+Ver ter apresentado uma das menores médias ($0,21 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$) para o PMP, a menor CR registrada foi a responsável pela redução da AD. Já os substratos T2 e T7 forneceram as maiores médias para o PMP e menores para a CR resultando, conseqüentemente, no decréscimo da AD.



O baixo volume de água retida em alguns substratos repercute-se de maneira negativamente sobre o rendimento da cultura, pois dificulta o manejo tanto da água como dos nutrientes (Andriolo, 1999).

Segundo Fernandes *et al.* (2004b), a caracterização física dos substratos traz consigo o conhecimento das suas vantagens e limitações, possibilitando desta forma, o manejo racional da irrigação, a fim de manter a relação ar: água adequada.

4. 3. Característica de retenção de umidade

As curvas características dos oito tratamentos estão representadas na Figura 7. O comportamento do substrato Trop+Ver, apresentando a menor retenção, seguido de PCC(1:1) e PCC(1:2) em relação aos tratamentos contendo apenas pó de coco, reflete a maior percentagem de partículas nas faixas >2,00 mm destes em relação aos últimos. Provavelmente, esta perda de água relaciona-se com a presença de poros maiores formados pelas partículas de tamanho superior a 2,00 mm. Schmitz *et al.* (2002) e Pragana (1999) também descrevem relação do aumento da aeração com a composição grosseira de um material, onde os elevados valores de EA podem trazer deficiência hídrica às plantas, especialmente em irrigações pouco frequentes

Em função disso, o maior espaço de aeração EA (39,01 %) e a menor porosidade total efetiva, PTe (83,29%), água facilmente disponível, AFD (12,24%), capacidade de retenção de água, CRA (44,48%), água remanescente, AR (32,04%) foi obtido pelo Trop+Ver, seguido pelo PCC(1:1) e PCC(1:2) em relação aos demais substratos (Quadro 2). Os valores de PTe e AR, obtidos no Trop+Ver, ficaram próximo do ideal segundo Verdonck & Gabriels (1988) para PT (85 %) e AR (25 a 30 %). O EA registrou-se acima do recomendado por Penningsfeld (1983) (30 %) e a AFD encontrada ficou a baixo da ideal de acordo com De Boot & Verdonck (1972) que sugere valores na faixa de 24 e 40 %. Schmitz *et al.* (2002), corrobora com as percentagens volumétricas sob mesmas tensões em substrato com distribuição do tamanho de partícula semelhante (PTe - 78,00; EA - 32,00; AFD - 11,00 e AR - 35,00).

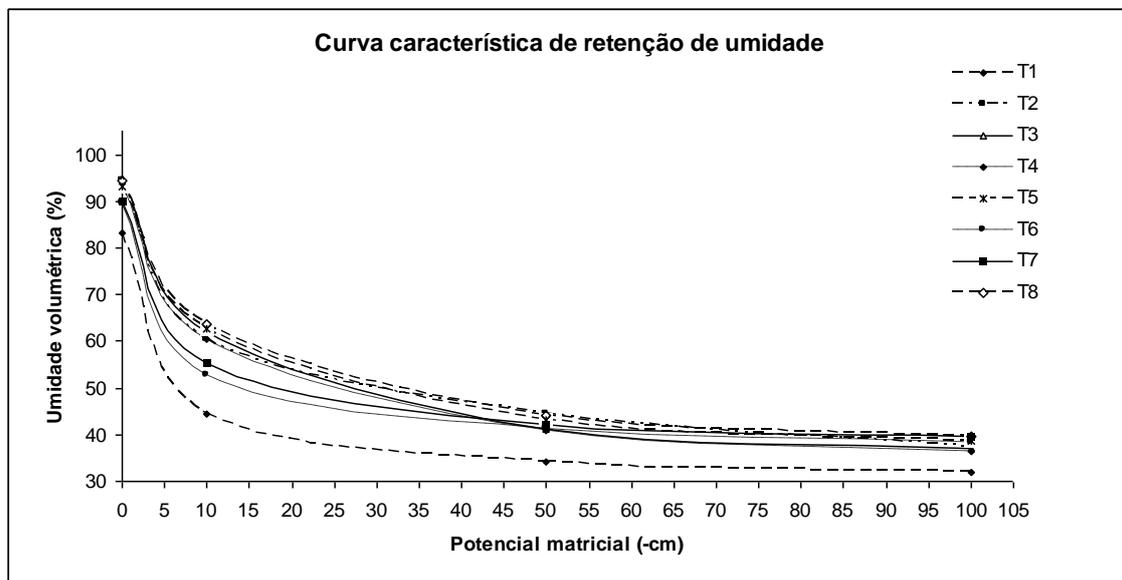


Figura 7: Curva característica de retenção de umidade concernente aos oito substratos formulados.

T1 (Trop+Ver) - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); T2 (PC) – Pó de coco não tratado; T3 (PC0,5%N) - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; T4 (PC1,0%N) - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; T5 (PC2,0%N) - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; T6 (PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); T7 (PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); T8 (PC1,0%NPK) – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Recife, 2005.

Inversamente, as maiores PTe, CRA e AD, AR foram obtidas pelas formulações com pó de coco isolado ou tratado com adubo mineral (Quadro 3). Arruda Júnior *et al.* (2004), encontra PT em funil de Buckner semelhante (94,82 %) para pó de coco, assim como, Pragana (1999) com 95,30 %. A elevada microporosidade do pó de coco é explicada pela predominância de partículas de tamanho pequeno, que de acordo com Pragana (1999), este material apresenta uma granulometria mais fina, conseqüentemente, uma maior microporosidade.



Quadro 3: Percentagens volumétrica obtida pela curva característica de retenção de umidade da Porosidade Total Efetiva – PTe (0 cm); Espaço de Aeração – EA (0 a 10 cm) ; Capacidade de Retenção de Água (CRA; Água Facilmente Disponível AFD (10 a 100 cm); Água Remanescente – AR (100 cm); referentes aos oitos tratamentos

TRAT.	PTE	EA	CRA	AFD	AR
Trop+Ver	83,29	39,01	44,28	12,24	32,04
PC	94,52	33,92	60,60	23,36	37,24
PC0,5%N	94,81	32,61	62,21	25,07	37,14
PC1,0%N	93,47	32,98	60,49	23,93	36,56
PC2,0%N	93,30	30,72	62,58	23,93	38,65
PCC(1:1)	89,74	37,13	52,61	14,13	38,48
PCC(1:2)	90,08	34,68	55,40	15,83	39,57
PC1,0%NPK	94,34	30,72	63,62	23,93	39,69

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Recife, 2005.

Os valores de porosidade total efetiva (PTe) obtidos pelo método da curva característica (Quadro 3) seguem a mesma tendência geral daquelas obtidas pelo método do Standards Austrália (Quadro 1) . No entanto os valores são maiores entre 5 até 14% , chegando próximo aos valores da porosidade total teórica (PTT) , indicando um umedecimento mais completo no método da curva característica.

O parâmetro capacidade de aeração (CA) obtido pelo método prático do Standard Austrália equivale ao Espaço de Aeração (EA) obtido pela curva característica, i.e., ambos refletem o espaço ocupado por ar, quando o substrato está no ponto de máxima retenção de umidade, respectivamente CR e CRA para ambos os métodos. Enquanto os valores da CA (método prático) variaram entre 8 e 15%, os do EA (curva característica) foram de 30 a 39% . A capacidade máxima de retenção mostrou o comportamento inverso, onde os valores da capacidade de recipiente CR (método prático) variaram entre 56 a 80 % , e os da capacidade de retenção de água CRA (curva característica) variaram de 44 a 63%. Além disso, como o tempo de drenagem adotado na determinação da CA e da CR é relativamente curto (30 minutos), drenou-se



uma menor quantidade de água, conseqüentemente, mais água foi retida em relação ao processo da curva característica que fornece o EA.

Estes resultados demonstram a forte influência dos métodos de determinação sobre os parâmetros físico-hídricos do substrato. Os valores desses parâmetros não são função exclusiva dos substratos, e sim da combinação substrato-altura do recipiente (Fonteno, 1996). Os valores menores de capacidade de aeração e conseqüentemente maiores valores capacidade de recipiente obtidos pelo método prático do Standards Austrália são resultantes de dois fatores: em primeiro lugar, a sucção média a que o substrato está submetido após a saturação e drenagem completa é equivalente em média à metade da altura do recipiente, ou seja 6 cm de sucção. Enquanto no método da curva característica o substrato é submetido a uma sucção de 10 cm. Se observarmos as curvas características (Fig. 7), veremos que o aumento de sucção de 6 para 10 cm provoca uma perda substancial de umidade, devido à presença de muitos macroporos, resultante dos altos percentuais de partículas maiores que 2 mm, principalmente no substrato Trop+Ver.

Semelhantemente, verifica-se que as PTe (Quadro 3) foram superiores às PTE e próximas da PTT (Quadro 1) para todas as formulações analisadas. Este fato é compreensível, haja vista a maior permanência dos substratos no processo de saturação. Pragna (1999), também obteve uma maior saturação através da curva característica em relação à alcançada em copos plásticos.

4. 4. Caracterização química

Os substratos PCC(1:1) e PCC(1:2) apresentaram as maiores quantidades totais de fósforo (P) (1000,87 e 1011,47 mg.dm⁻³). Vieira & Lasmar (2004), analisando vermicomposto obtiveram teor de fósforo na forma disponível (1.884 mg.dm⁻³) praticamente o dobro da encontrada. Como foi feita uma diluição do composto com o pó de coco (menor quantidade de P), justificam-se as concentrações inferiores detectadas.



Quadro 4: Valores de Fósforo (P), Potássio (K), Sódio (Na), Nitrogênio (N), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), pH (em água) e Condutividade Elétrica (CE) dos oito substratos avaliados

TRAT.	P	N	K	Na	Ca	Mg	pH	CE
	mg.dm ⁻³	dag.Kg ⁻¹	-----Cmolc.dm ⁻³ -----			mS.cm ⁻¹		
Trop+Ver	116,94 c	0,47 f	18,73 c	17,32 b	117,84 c	255,58 a	5,24 c	2,26 e
PC	309,60 bc	0,59 ef	151,69 ab	98,00 a	409,04 a	76,16 c	5,88 b	1,46 f
PC0,5%N	305,65 bc	0,78 de	155,56 a	105,13 a	432,64 a	68,32 c	5,00 d	3,04 d
PC1,0%N	330,51 bc	1,13 c	140,84 ab	81,86 a	369,62 ab	65,05 c	4,83 d	4,41 bc
PC2,0%N	256,00 bc	1,38 ab	154,59 a	78,40 a	355,90 ab	64,95 c	4,22 f	6,34 a
PCC(1:1)	1000,87 a	1,53 a	193,47 a	37,06 b	358,98 ab	182,18 b	6,96 a	4,08 c
PCC(1:2)	1011,47 a	1,20 bc	166,58 a	25,42 b	424,40 a	166,75 b	6,97 a	3,10 d
PC1,0%NPK	463,73 b	0,84 d	78,11 bc	90,79 a	238,92 bc	60,19 c	4,56 e	4,99 b
CV (%)	16,052	6,952	19,986	18,592	14,436	11,537	1,494	7,399

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Recife, 2005.

O PC1,0%NPK registrou concentração de P (463,73 mg.dm⁻³) acima dos tratado com nitrogênio ou sem tratamento químico (256,00 a 330,51 mg.dm⁻³), porém não diferindo estatisticamente ao nível de 1 % de probabilidade. Provavelmente, o P adicionado via adubo químico no processo de tratamento tenha promovido este acréscimo. Marrocos & Sodré (2004), encontram valor disponível para o fósforo bem inferior (139,03 mg.dm⁻³). Como se trata do P disponível, a ocorrência em menor quantidade comparado com a total   aceitável.

O Trop+Ver foi um dos que forneceram P em menor concentra o (116,94 mg.dm⁻³). Contudo, sugere-se que a maior parte deste fósforo esteja disponível, haja vista, Pragana (1999) e Trani (2004), encontram em Plantmax (268,82 mg.dm⁻³) e Tropstrato (96,9 mg.dm⁻³), respectivamente, teores de P disponível próximo ou acima do detectado.

De acordo com o Quadro 4, os substratos PC2,0%N (1,38 dag.Kg⁻¹) e PCC(1:1) (1,53 dag.Kg⁻¹) apresentaram as maiores concentra es de nitrogênio (N). Como o PCC(1:1) foi constituído de material rico em N (esterco bovino), justifica-se a ocorrência dos teores elevados. Para o PC2,0%N, este desempenho correlaciona-se com a aduba o nitrogenada em quantidades superiores fornecida no processo de tratamento. Assim sendo, nota-se que



houve um acréscimo de nitrogênio aos substratos tratados com nitrato de amônia, em função do aumento das doses.

As menores concentrações de N foram registrados no Trop+Ver (0,47 dag.Kg⁻¹) e PC (0,59 dag.Kg⁻¹). É plausível a resposta do PC, pois Carrijo (2004) encontra uma relação C/N muito alta (74,1) neste material. No caso do Trop+Ver, embora o Tropstrato apresente quantidades consideráveis de N (2,10 dag.Kg⁻¹), descritas por Trani (2004), a diluição com a vermiculita (material com ausência de nitrogênio) diminuiu drasticamente a concentração presente.

A exceção do PC1,0%NPK, os substratos que continham pó de coco apresentaram as maiores médias para o potássio (K) e cálcio (Ca), segundo o Quadro 4. Noguera *et al.* (2000), detectou em pó de coco de diferentes locais do mundo, teores de potássio e cálcio da fase disponível variando de 29,74 a 527,95 Cmolc.dm⁻³ e 3,9 a 49 Cmolc.dm⁻³, respectivamente. Portanto, dependendo da origem do pó de coco os valores variam muito.

Já no Trop+Ver, registraram-se os menores valores tanto o K quanto o Ca (18,73 Cmolc.dm⁻³ e 117,84 Cmolc.dm⁻³, respectivamente). Provavelmente, estas quantidades foram influenciados pela vermiculita adicionada ao Tropstrato, que segundo Pragana (1999), fornece baixos teores de Mg (2,89 Cmolc.dm⁻³), Ca (1,79 Cmolc.dm⁻³), K (0,39 Cmolc.dm⁻³) e Na (5,94 Cmolc.dm⁻³).

Verifica-se no Quadro 4, que os substratos constituídos por pó de coco com e sem tratamento químico, apresentaram as maiores concentrações (entre 78,40 e 105,13 Cmolc.dm⁻³) de sódio (Na). Logo após, as formulações PCC(1:1), PCC(1:2) e Trop+Ver forneceram as menores médias. Konduru *et al.* (1999), caracterizando física e quimicamente pó de coco, encontra concentrações de Na entre 10 e 38,70 Cmolc.dm⁻³, e Noguera *et al.* (2000), 169,13 Cmolc.dm⁻³. De acordo com estes autores é admissível que os substratos sem pó de coco ou naqueles diluídos registra-se a menor concentração.

A maior quantidade de magnésio (Mg) foi detectada no Trop+Ver (255,58 Cmolc.dm⁻³), seguido pelos substratos PCC(1:1) e PCC(1:2) com as respectivas médias, 182,18 e 166,75 Cmolc.dm⁻³. As formulações com pó de coco puro e



tratado quimicamente forneceram os menores teores totais na faixa de 60,19 e 76,16 Cmolc.dm^{-3} . Noguera *et al.* (2000) obtém valores inferiores (de 2,17 a 40,83 Cmolc.dm^{-3}) de magnésio na forma disponível para pó de coco.

As misturas PCC(1:1) e PCC(1:2) forneceram os mais altos pHs (6,96 e 6,97). Igualmente, Pragana (1999), em formulações similares registra pHs elevados (6,72 e 6,99, respectivamente). Segundo Kämpf (2000) o intervalo de pH onde há maior disponibilidade de nutrientes está entre 5,2 e 5,5 para substratos formulados com materiais e misturas de base orgânica. O Trop+Ver apresentou pH nesta faixa (5,24). É possível notar que a redução do pH de 5,88 para 4,22 nos materiais formulados com pó de coco e tratados quimicamente, provavelmente, seja decorrente ao acréscimo de adubos a base de N e N-P-K, que acidificam o meio através da liberação do hidrogênio.

Em relação a CE, os substratos constituídos por pó de coco isolado ou tratado com adubo químico, registraram aumento da CE de 1,46 mS.cm^{-1} a 6,34 mS.cm^{-1} , também coincidindo com a adição de adubos. Este comportamento é plausível, pois os adubos comerciais são formulados com sais, que está diretamente relacionado com aumento da CE. De acordo com Ingram *et al.* (1993), valores de CE acima de 3 mS.cm^{-1} são considerados altos. No entanto, Adams (1994), cultivando tomateiros submetidos a diferentes CEs, verificou que houve uma melhor absorção de água e nutrientes para CE de 4,8 mS.cm^{-1} que 3,2 mS.cm^{-1} , refletindo de forma positiva no crescimento e produção. As misturas Trop+Ver, PCC(1:1) e PCC(1:2), forneceram CEs (2,26, 4,08 e 3,10 mS.cm^{-1}) na faixa em que Martinez (2004) obteve os melhores resultados para o acúmulo de matéria fresca da parte aérea em alface Lucy Brown (2,41 mS.cm^{-1}) e Brasil 303 (4,0 mS.cm^{-1}).

Fabri *et al.* (2004), caracterizando física e quimicamente diferentes substratos, determina pH (4,61) e CE (3,68 mS.cm^{-1}) para Topstrato puro. Estes valores associados aos pH (7,30) e CE (0,09 mS.cm^{-1}) para vermiculita relatados por Pragana (1999), mostram que a mistura do T1 (Topstato + vermiculita) proporcionou uma correção e melhora nestes parâmetros, indispensáveis quanto a disponibilidade dos nutrientes para as plantas.



4. 5. Produção de mudas de pimentão

Os baixos percentuais de emergência (PE) das sementes de pimentão (Quadro 5), que variaram entre 45,83 e 52,08 %, possivelmente, estão relacionados com o poder germinativos (82 %) das sementes utilizadas. Haja vista, que PE superiores (90 %), foram obtidos por Pragana (1999) e Smiderle *et al.* (2001) com mudas de pimentão em torno dos 20 dias após a semeadura trabalhando com substratos semelhantes.

Quadro 5: Média do número de folhas (NF), altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), percentual de emergência (PE) e do índice de velocidade de emergência (IVE) do pimentão “casca dura” produzida em tubete

TRAT.	NF n°	AP cm	DC cm	MFPA g	MSPA g	PE %	IVE -
Trop+Ver	8,44 a	8,59 a	0,19 ab	1,40 a	0,150 ab	46,88 ns	0,09 ns
PC	6,13 d	4,72 d	0,11 c	0,47 d	0,050 c	51,04	0,09
PC0,5%N	6,97 c	6,17 c	0,14 bc	0,72 c	0,098 bc	52,08	0,10
PC1,0%N	7,13 c	6,44 bc	0,16 abc	0,95 b	0,105 bc	51,04	0,09
PC2,0%N	7,47 bc	6,95 bc	0,16 abc	1,07 b	0,119 ab	45,83	0,09
PCC(1:1)	7,84 ab	8,39 a	0,19 a	1,37 a	0,143 ab	52,08	0,10
PCC(1:2)	7,44 bc	7,38 b	0,17 ab	1,06 b	0,136 ab	52,08	0,10
PC1,0%NPK	8,44 a	8,81 a	0,20 a	1,43 a	0,174 a	51,04	0,10
CV (%)	10,53	14,82	13,18	23,59	53,50	42,69	44,52

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo. Recife, 2005.

Para todas variáveis analisadas (NF, AP, DC, MFPA e MSPA), o substrato PC apresentou as menores médias (Quadro 5), e os substratos PC1,0%NPK, Trop+Ver e PCC(1:1) destacaram-se dentre os demais atingindo os maiores valores.

Setúbal *et al.* (2005) e Ribeiro *et al.* (2005), avaliando diferentes substratos obtiveram as melhores respostas fenológicas para número de folhas (4,66), altura da planta (5,48 e 14,52 cm, respectivamente), massa seca da parte aérea (0,74 g) e diâmetro do caule (0,17 cm) em substratos formulados com composto orgânico e Plantmax. As maiores ou menores respostas



fenológicas encontradas pelos autores estão associadas, possivelmente, ao tempo de cultivo, variedade utilizada, dentre outros fatores.

As melhores respostas alcançadas pelos substratos PC1,0%NPK, Trop+Ver e PCC(1:1), seguramente estão associadas às melhores condições químicas fornecida as plantas quando comparados aos demais. Verifica-se que as características físicas atuaram em menor intensidade, em razão do controle adotado no fornecimento de água e nutriente as plantas.

Apesar da mistura Top+Ver tenha fornecido baixos teores de nutrientes, certamente boa parte encontrava-se na fase trocável, por isso, apresentou performance similar aos tratamentos PC1,0%NPK, e PCC(1:1). Provavelmente, a utilização do composto orgânico e a adição de adubo químico ao pó de coco refletiu-se através das melhores respostas fenológicas. A baixa performance do substrato PC se deve pela relação C/N muito elevada, resultando na imobilização do N pelos microrganismos em detrimento de sua disponibilidade à planta (Setúbal *et al.*, 2005), associada à baixa CE que é proporcional à concentração de nutrientes presentes (Martinez, 2004).

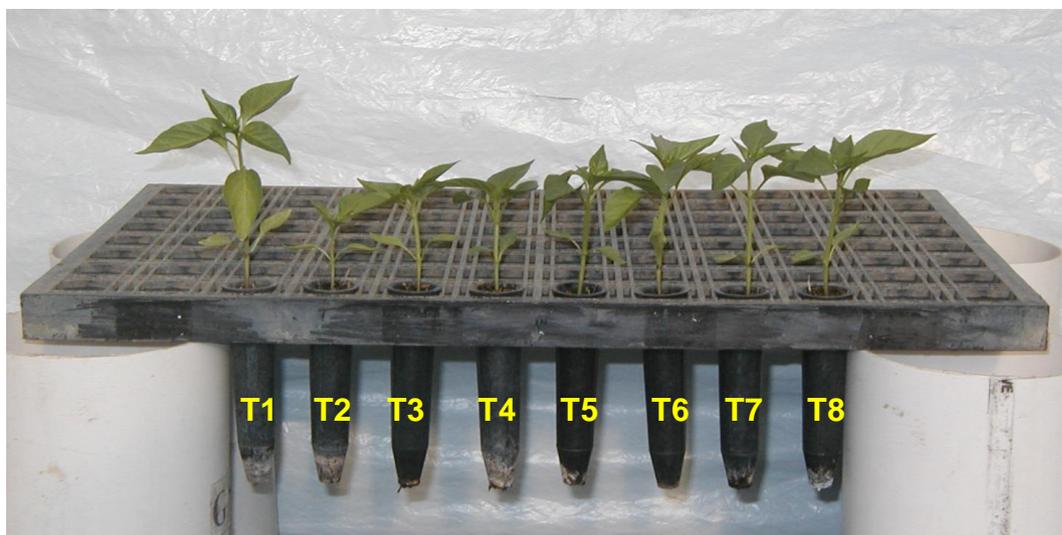


Figura 8: Mudanças de pimentão “casca dura” referente aos oito tratamentos no dia da colheita realizada para as avaliações fenológicas.

T1 (Trop+Ver) - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); T2 (PC) - Pó de coco não tratado; T3 (PC0,5%N) - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; T4 (PC1,0%N) - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; T5 (PC2,0%N) - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; T6 (PCC(1:1) - Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); T7 (PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); T8 (PC1,0%NPK) - Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Recife, 2005.



4. 6. Produção de mudas de tomate

Assim como no pimentão, o substrato PC apresentou as menores médias para NF (4,22), AP (5,27 cm), DC (0,13 cm), MFPA (0,24 g) e MSPA (0,03 g) na produção de mudas de tomate (Quadro 6). Mesmo adotando fertirrigação de forma a suprir as necessidades nutricionais das plantas, estas não se desenvolveram bem. Este fato possivelmente correlaciona-se com as razões citadas anteriormente.

Quadro 6: Média do número de folhas (NF), altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), percentual de emergência (PE) e do índice de velocidade de emergência (IVE) do tomate “vera cruz” produzida em tubete

TRAT.	NF n°	AP cm	DC cm	MFPA g	MSPA g	PE %	IVE -
Trop+Ver	5,72 ab	9,06 b	0,25 ab	1,18 b	0,17 a	75,00 ns	0,33 b
PC	4,22 c	5,27 d	0,13 c	0,24 e	0,03 b	87,50	0,45 a
PC0,5%N	5,50 b	8,14 c	0,22 b	0,81 d	0,09 ab	88,54	0,44 a
PC1,0%N	5,53 b	8,14 c	0,23 ab	0,90 cd	0,12 a	83,33	0,39 ab
PC2,0%N	5,47 b	7,89 c	0,23 ab	0,84 d	0,10 ab	78,13	0,33 b
PCC(1:1)	5,75 ab	9,34 b	0,24 ab	1,11 bc	0,11 ab	82,29	0,38 ab
PCC(1:2)	5,47 b	9,14 b	0,24 ab	1,05 bcd	0,11 ab	83,33	0,40 ab
PC1,0%NPK	6,09 a	10,16 a	0,29 a	1,57 a	0,18 a	82,29	0,37 ab
CV (%)	11,53	10,54	11,74	28,35	96,66	26,63	31,25

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo. Recife, 2005.

As formulações PC1,0%NPK, Trop+Ver e PCC(1:1), mais uma vez, apresentaram os melhores resultados para NF, AP, DC, MFPA e MSPA (Quadro 6). Oliveira (2004) avaliando diferentes substratos na produção de mudas de tomateiro aos 15 dias após a semeadura, discorre sobre o comportamento deficiente da mistura pó de coco mais vermiculita (MFPA 0,12 g e MSPA – 0,01 g), porém, evidencia-se uma melhora na performance quando o pó de coco desta mistura é tratado com adubo mineral NPK (MFPA 0,61 g e MSPA – 0,06 g). Além disso, este autor relata o aumento no NF com substrato formulado com pó de coco combinado a composto a base de casca de café e esterco bovino.



Campanharo (2004), também trabalhando com avaliação de substratos para produção de mudas de tomate, descreve ter alcançado respostas vegetativas superiores com adição de material humificado oriundo da compostagem de esterco de curral e casca de café ao pó de coco.

O menor percentual (75,00) e índice de velocidade de emergência (0,33) foram registrados na mistura Trop+Ver, e o maior percentual (88,54) foram atingidos pelo pó de coco tratado 0,5 % de nitrogênio. Silveira (2002), avaliando Plantmax, pó de coco e húmus de minhoca isoladamente e em combinações, encontra também, percentual de germinação (67,18) para Plantmax inferior quando comparado à mistura Plantmax + pó de coco + húmus (89,06 %).

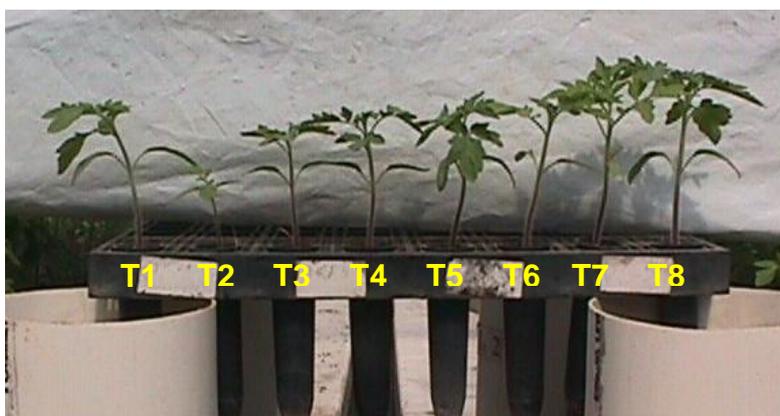


Figura 9: Aspecto das mudas de tomate “vera cruz” dos oito tratamentos no dia da colheita realizada para as avaliações fenológicas.

T1 (Trop+Ver) - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); T2 (PC) – Pó de coco não tratado; T3 (PC0,5%N) - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; T4 (PC1,0%N) - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; T5 (PC2,0%N) - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; T6 (PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); T7 (PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); T8 (PC1,0%NPK) – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Recife, 2005.

Com base nos resultados obtidos, acredita-se que mais uma vez as características físicas não influenciaram de forma significativa no desenvolvimento das mudas de tomate.



4. 7. Produção de mudas de couve

Avaliando o Quadro 7 verifica-se que os materiais PC1,0%NPK e PC0,5%N, de forma geral, apresentaram as maiores médias para o número de folhas, altura da planta, diâmetro do caule e massa fresca e seca da parte aérea, respectivamente. Presumidamente, este resultado é explicado pelo acréscimo de nitrogênio e fósforo promovido na adição dos adubos minerais na fase de pré-tratamento. No entanto, as doses mais elevadas promoveram a redução do pH prejudicando o crescimento vegetativo, pois a couve é pouco tolerante a acidez (Figueira, 2003).

Quadro 7: Média do número de folhas (NF), altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), percentual de emergência (PE) e do índice de velocidade de emergência (IVE) da couve chinesa produzida em tubete

TRAT.	NF n°	AP cm	DC cm	MFPA g	MSPA g	PE %	IVE -
Trop+Ver	5,00 c	5,91 d	0,18 c	1,63 b	0,047 ab	95,83 ns	0,75 c
PC	4,41 d	3,58 e	0,11 d	0,51 c	0,030 b	96,88	0,86 ab
PC0,5%N	5,63 ab	7,17 ab	0,22 a	2,30 a	0,102 a	97,92	0,92 a
PC1,0%N	5,72 a	6,14 cd	0,20 bc	1,82 b	0,088 ab	97,92	0,82 bc
PC2,0%N	5,63 ab	6,73 bc	0,21 abc	1,81 b	0,092 ab	98,96	0,87 ab
PCC(1:1)	5,28 bc	6,41 bcd	0,19 bc	1,63 b	0,081 ab	100,00	0,84 abc
PCC(1:2)	5,72 a	6,66 bcd	0,21 abc	1,85 b	0,091 ab	96,88	0,80 bc
PC1,0%NPK	5,84 a	7,94 a	0,21 ab	2,27 a	0,097 ab	96,88	0,87 ab
CV (%)	8,67	13,93	15,41	19,72	36,67	9,29	12,64

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo. Recife, 2005.

O substrato PC, novamente, registrou as piores performances fenológicas, seguido pelo Trop+Ver. Igualmente, Menezes Júnior & Fernandez (1998) registra este comportamento, onde o Plantmax foi um dos materiais que apresentou os piores resultados. Gualberto *et al.*(2005), também obteve os



piores desempenhos com misturas de vermiculita com composto orgânico. Provavelmente, à baixa concentração de nitrogênio disponível e a aeração excessiva provocada pela fração grosseira elevada, prejudicaram o desenvolvimento inicial, visualizado no pior IVE, em relação aos demais substratos.

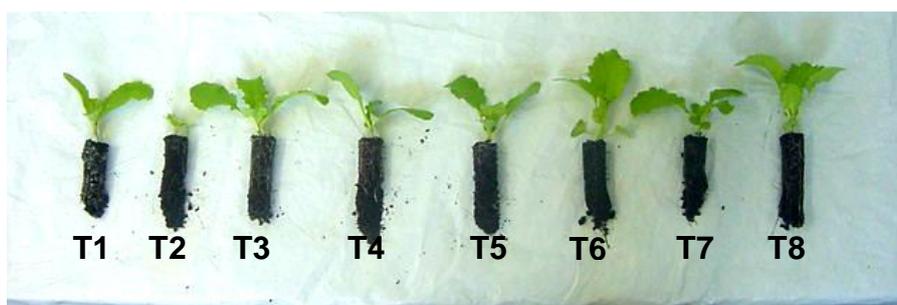


Figura 10: Identificação das mudas de couve chinesa de cada um dos oito tratamentos no dia da colheita realizada para as avaliações fenológicas.

T1 (Trop+Ver) - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); T2 (PC) – Pó de coco não tratado; T3 (PC0,5%N) - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; T4 (PC1,0%N) - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; T5 (PC2,0%N) - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; T6 (PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); T7 (PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); T8 (PC1,0%NPK) – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Recife, 2005.

4. 8. Produção de mudas de pepino

O substrato PC1,0%NPK, assim como ocorrido nas outras espécies, proporcionou as maiores médias para o número de folhas, altura da planta, diâmetro do caule, massa fresca e seca da parte aérea (Quadro 8), quando comparado aos demais tratamentos. Este fato possivelmente correlaciona-se com a maior disponibilização do nitrogênio e do fósforo, além da maior CR e AD (Quadro 2) fornecidos por este material. Filgueira (2003), preconiza a importância do P e N, além do bom fornecimento de água (no mínimo 70 % da água útil) para cultura do pepino.



Quadro 8: Média do número de folhas (NF), altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), percentual de emergência (PE) e do índice de velocidade de emergência (IVE) do pepino “aodai” produzida em tubete

TRAT.	NF n°	AP cm	DC cm	MFPA g	MSPA g	PE %	IVE -
Trop+Ver	3,22 c	12,13 cd	0,33 d	2,34 d	0,157 e	97,92 ns	0,96 ns
PC	3,00 c	7,58 e	0,26 e	1,29 e	0,107 f	97,92	0,97
PC0,5%N	3,56 b	12,11 cd	0,36 c	2,79 d	0,207 d	96,88	0,96
PC1,0%N	4,00 a	12,98 bc	0,41 b	3,58 bc	0,249 bc	97,92	0,97
PC2,0%N	4,00 a	11,66 d	0,41 b	3,33 c	0,223 cd	94,79	0,91
PCC(1:1)	4,06 a	13,88 b	0,42 b	4,03 b	0,257 bc	97,92	0,96
PCC(1:2)	4,03 a	12,86 bcd	0,41 b	3,72 bc	0,267 b	93,75	0,93
PC1,0%NPK	4,00 a	15,44 a	0,47 a	4,99 a	0,325 a	98,96	0,97
CV (%)	6,84	11,81	8,67	17,08	19,58	9,83	10,78

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo. Recife, 2005.

Ressaltam-se em seguida, as formulações PCC(1:1) e PC1,0%N, apresentando, de forma geral, bom desempenho fenológico, provavelmente, concernente as condições de pH e CE destes substratos. Neto *et al.* (2004), avaliando diferentes substratos para produção de mudas de pepino, recomenda a utilização de formulações de composto orgânico com casca de arroz, com o solo arenoso e/ou substrato comercial.

Por fim, PC e o Trop+Ver forneceram as menores médias para o número de folhas, altura da planta, diâmetro do caule, massa fresca e seca da parte aérea (Quadro 6). Esta seqüência pode está relacionada com a disponibilidade do nitrogênio em razão das relações C/N destes materiais citadas por Pragana (1999) e Noguera (2000) para o pó de coco (entre 41 e 186) e o Plantmax (35). Outros fatores como a fração grosseira e o menor tempo de cultivo, podem explicar o desempenho negativo do Trop+Ver.



Figura 11: Visualização das mudas de pepino aoadai referente aos oito tratamentos no dia da colheita realizada para as avaliações fenológicas.

T1 (Trop+Ver) - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); T2 (PC) – Pó de coco não tratado; T3 (PC0,5%N) - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; T4 (PC1,0%N) - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; T5 (PC2,0%N) - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; T6 (PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); T7 (PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); T8 (PC1,0%NPK) – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Recife, 2005.

4. 9. Cultivo de rabanete em vaso

O PC apresentou, outra vez, os piores resultados em todos os parâmetros analisados (Quadro 9). No contexto geral, os demais substratos comportaram-se similarmente em relação às características fenológicas avaliadas.

Filgueira (2003), ressalta que o desenvolvimento do rabanete está relacionado com meio físico de característica leve e que os teores de água disponível esteja sempre próximo de seu valor máximo, combinado a disponibilidade de N e P. Neste sentido, a exceção do PC, as formulações testadas atenderam as necessidades do rabanete igualmente.



Quadro 9: Média do número de folhas (NF), diâmetro da raiz (D), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da raiz (MSR), percentual de emergência (PE) e do índice de velocidade de emergência (IVE) do rabanete cultivado em vaso

TRAT.	NF n°	D cm	MFPA g	MSPA g	MFR g	MSR g	PE %	IVE -
Trop+Ver	7,9 ab	2,98 a	6,19 ab	0,45 a	12,88 ab	0,61 a	80,00 ns	0,91 ns
PC	6,8 b	2,14 b	2,82 c	0,17 b	5,64 c	0,26 b	70,00	0,79
PC0,5%N	7,6 ab	2,79 ab	4,52 bc	0,24 b	10,05 abc	0,44 ab	83,33	0,93
PC1,0%N	8,6 a	3,07 a	7,06 ab	0,32 ab	15,28 a	0,61 a	73,33	0,78
PC2,0%N	8,6 a	2,93 a	8,57 a	0,29 ab	16,26 a	0,70 a	80,00	0,87
PCC(1:1)	7,2 ab	2,56 ab	5,03 bc	0,23 b	8,35 bc	0,43 ab	73,33	0,82
PCC(1:2)	8,0 ab	2,88 a	5,15 bc	0,28 ab	11,45 abc	0,51 ab	90,00	1,10
PC1,0%NPK	8,4 a	3,12 a	6,30 ab	0,30 ab	15,57 a	0,73 a	90,00	0,90
CV (%)	11,55	15,08	28,08	43,37	32,65	37,12	27,60	35,63

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns – não significativo. Recife, 2005.

Costa *et al.* (2005) e Souza *et al.* (2005), obtiveram valores semelhantes do número de folhas (8), massa fresca da parte aérea (5 g), diâmetro da raiz (3,8 cm), massa fresca da raiz (5 g) e massa seca da raiz (1,2 g) em rabanetes cultivados no solo e em pó de coco.



Figura 12: Aspecto dos rabanetes da variedade crimson giant, cultivados nos oito tratamentos testados, no dia da colheita realizada para as avaliações fenológicas.

T1 (Trop+Ver) - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); T2 (PC) – Pó de coco não tratado; T3 (PC0,5%N) - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; T4 (PC1,0%N) - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; T5 (PC2,0%N) - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; T6 (PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); T7 (PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); T8 (PC1,0%NPK) – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Recife, 2005.

4. 10. Cultivo de alface em vaso

Os tratamentos PC1,0%NPK, PCC(1:2) e PC2,0%NPK proporcionaram as maiores médias para o número de folhas, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea (Quadro 10). Possivelmente, este comportamento está relacionado ao fornecimento de nitrogênio pelos substratos, pois se trata de uma folhosa exigente em nitrogênio.



Quadro 10: Média do número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), percentual de emergência (PE) e do índice de velocidade de emergência (IVE) da alface crespa cacheada cultivada em vaso

TRAT.	NF	MFPA	MSPA	PE	IVE
	n°	g	g	%	-
Trop+Ver	18,4 b	69,50 bc	4,71 cd	46,67 b	0,37 c
PC	18,4 b	69,79 bc	4,74 cd	76,67 a	0,69 b
PC0,5%N	19,1 ab	62,93 c	4,06 d	86,67 a	0,98 a
PC1,0%N	20,6 ab	84,03 ab	5,92 bc	96,67 a	0,96 ab
PC2,0%N	21,0 a	89,73 a	7,53 a	93,33 a	0,91 ab
PCC(1:1)	19,6 ab	93,25 a	5,99 bc	90,00 a	0,90 ab
PCC(1:2)	19,7 ab	99,19 a	6,51 ab	96,67 a	0,97 ab
PC1,0%NPK	19,8 ab	86,68 ab	6,49 ab	100,00 a	1,00 a
CV (%)	6,97	13,75	16,08	19,63	20,10

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Recife, 2005.

Os substratos PC0,5%N, PC e Trop+Ver, apresentaram as menores médias, de maneira geral, para as variáveis avaliadas (Quadro 8). O desempenho inferior dos substratos PC0,5%N e PC, provavelmente, correlaciona-se com as menores quantidades de nitrogênio disponibilizado as plantas. No entanto, a baixa performance do T1, possivelmente, se deve pela dificuldade na aderência das sementes de alface com as partículas do substrato, além da maior aeração deste material, já que o mesmo apresenta granulometria mais grosseira. Smiderle *et al.* (2001), também encontrou resposta semelhante na produção de mudas de alface com plantmax® aos 12 dias após o semeio, período semelhante ao utilizado na avaliação da couve (14 dias). Porém, após 21 dias, o mesmo autor obteve melhores performances com o plantmax® em relação à altura das plantas, propiciando tempo necessário para estabelecimento do sistema radicular.

O retardo no crescimento vegetativo nos substratos de granulometria grosseira pode ocorrer tanto em espécies cujas sementes são delicadas (alface e couve), como naquelas de tamanho e formato maiores, como as de pimentão, pepino e tomate. Portanto, recomenda-se que períodos superiores a duas semanas de cultivo se fazem necessários nestes materiais de granulometria grosseira, objetivando melhores performances.

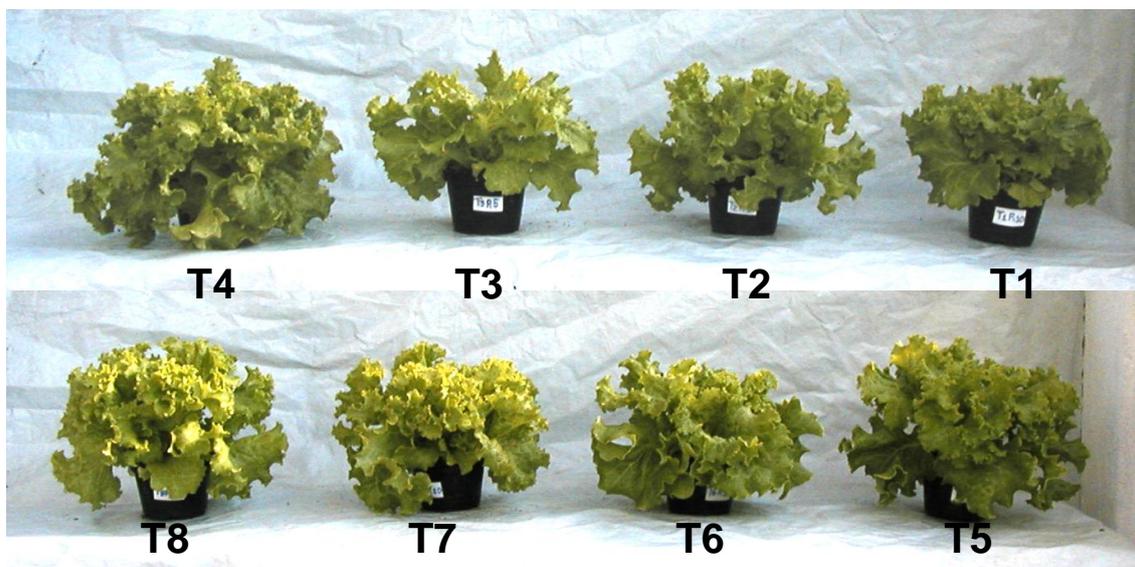


Figura 13: Aspecto das alfaces da variedade crespa cacheada, cultivada nos oito tratamentos testados, no dia da colheita realizada para as avaliações fenológicas.

T1 (Trop+Ver) - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); T2 (PC) – Pó de coco não tratado; T3 (PC0,5%N) - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; T4 (PC1,0%N) - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; T5 (PC2,0%N) - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; T6 (PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); T7 (PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); T8 (PC1,0%NPK) – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Recife, 2005.

4. 11. Cultivo de pepino em sistema Lay-Flat Bags

O Quadro 11 mostra as concentrações totais (extração nitroperclórica) de fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg), pH (em água) e condutividade elétrica (CE) nos oito substratos avaliados após o cultivo do pepino. Verifica-se, de forma geral, a ocorrência de uma leve redução no pH e na CE (exceção do Trop+Ver e PC) nos referidos materiais, quando comparado com a análise química inicial (Quadro 4).



Quadro 11: Valores totais de Fósforo (P), Potássio (K), Sódio (Na), Nitrogênio (N), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), pH (em água) e Condutividade Elétrica (CE) dos oito substratos avaliados depois do cultivo do pepino

TRAT.	P	N	K	Na	Ca	Mg	pH	CE
	mg.dm ⁻³	dag.Kg ⁻¹	-----Cmolc.dm ⁻³ -----			mS.cm ⁻¹		
Trop+Ver	307,51 c	0,48 b	14,36 a	16,76 b	109,59 d	190,86 a	5,14 b	2,74 a
PC	134,41 d	0,70 b	4,93 bc	31,47 a	269,21 a	57,90 c	5,31 b	2,01 c
PC0,5%N	216,66 cd	0,79 b	11,68 a	17,21 b	247,19 ab	45,34 c	4,72 bc	0,92 de
PC1,0%N	178,48 d	0,67 b	9,73 ab	4,47 c	152,66 cd	30,60 c	4,49 c	0,73 e
PC2,0%N	195,83 cd	0,75 b	10,91 a	6,43 c	165,70 bcd	31,31 c	4,27 c	1,07 d
PCC(1:1)	537,48 b	1,44 a	2,48 c	7,77 bc	175,16 bcd	123,74 b	6,98 a	1,97 c
PCC(1:2)	786,96 a	1,23 a	10,88 a	12,99 bc	107,63 d	57,75 c	6,67 a	1,99 c
PC1,0%NPK	445,60 b	0,68 b	2,38 c	8,16 bc	217,18 abc	49,54 c	4,26 c	2,30 b
CV (%)	11,915	15,700	20,794	24,312	17,223	20,743	4,217	4,524

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Recife, 2005.

Segundo Filgueira (2003), os solos com faixa de pH entre 5,5 a 6,8, favorecem o desenvolvimento do pepino. Possivelmente, em razão da maior disponibilidade de nutrientes as plantas. Nota-se que os tratamentos Trop+Ver, PC, PCC(1:1) e PCC(1:2), registraram pH nesta faixa (Quadro 11).

As condutividades elétricas dos substratos Trop+Ver, PC, PCC(1:1) e PCC(1:2) foram superiores (variando de 1,97 a 2,74 mS.cm⁻¹) as obtidas pelos materiais formulados com pó de coco tratado, ressalvo o PC1,0%NPK (Quadro 11). De acordo com Chartzoulakis (1994), trabalhando com pepino irrigado com águas de diferentes salinidades, relata que a área foliar total das plantas reduziu em decorrência do uso de águas com salinidade superior a 2,7 mS.cm⁻¹. Folegatti & Blanco (2000), também em experimento com pepino fertirrigado em solo, obteve os melhores índices de área foliar no tratamento com salinidade da água de irrigação de 1,58 mS.cm⁻¹ do que salinidade acima de 3,08 mS.cm⁻¹.

Quando um substrato encontrar-se nestas faixas de pH e CE ao mesmo tempo, seguramente haverá uma maior disponibilidade de nutrientes em solução para as plantas.

Comparando os resultados do Quadro 11 com o Quadro 4, verifica-se que as concentrações totais, de forma geral, de todos elementos analisados diminuiram. Possivelmente, este fato está relacionado com consumo e,



principalmente, lavagem destes nutrientes em função do manejo da irrigação (apenas com água) realizado por uma semana na fase final de condução dos pepinos.

Observa-se que a redução nas quantidades totais de cálcio e magnésio foi de menor intensidade quando confrontada com a ocorrida para o potássio e o sódio. Este comportamento é plausível, pois, cátions de maior valência como o Ca^{+2} e o Mg^{+2} têm preferência nas superfícies de ligações externas em relação a cátions de menor valência como o K^{+1} e o Na^{+1} , citado por Meurer (2000). Portanto, o maior detrimento de potássio e sódio ocorreu, possivelmente, por estes elementos terem sido substituídos pelo cálcio e o magnésio nos sítios de troca, que conseqüentemente, foram lixiviados em razão da irrigação adotada no final do experimento.

As maiores concentrações de nitrogênio foram detectadas nas misturas PCC(1:1) e PCC(1:2), para o restante as médias não diferiram ao nível de 1 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A formulação PCC(1:2) registrou o teor total de fósforo mais elevado ($537,48 \text{ mg.dm}^{-3}$), seguido pelos tratamentos PCC(1:1) e PC1,0%NPK.

Quadro 12: Número total de frutos por planta (NTF), diâmetro médio do fruto (DMF), comprimento médio do fruto (CMF), massa média do fruto (MMF) e massa total dos frutos por planta (MTF) de pepino da variedade OPERA F1, cultivados em casa de vegetação no sistema de Lay-Flat Bags

TRAT.	NTF N ⁰	DMF cm	CMF cm	MMF g	MTF g
Trop+Ver	30,00 a	5,18 ab	18,9 a	312,78 a	9454,92 a
PC	22,25 c	5,15 ab	19,0 a	312,27 a	6959,63 b
PC0,5%N	21,44 c	5,14 ab	19,2 a	313,37 a	6576,23 b
PC1,0%N	22,06 c	5,12 ab	18,9 a	309,06 a	6790,02 b
PC2,0%N	22,44 bc	5,05 ab	19,1 a	299,60 a	6729,29 b
PCC(1:1)	28,81 ab	5,18 ab	18,6 a	304,26 a	8839,57 a
PCC(1:2)	22,38 c	5,19 a	19,4 a	322,97 a	7248,29 b
PC1,0%NPK	21,75 c	5,02 b	19,4 a	306,84 a	6757,40 b
CV (%)	24,65	2,97	7,48	10,28	28,22

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Recife, 2005.



Verifica-se pelo Quadro 12, que não houve diferença significativa ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste de Tukey entre as médias dos CMF dos substratos analisados. Igualmente, as médias dos DMF praticamente não diferiram. Conseqüentemente, as MMFs, que são influenciados pelo diâmetro e comprimento do fruto, não diferiram entre os materiais avaliados.

As maiores médias do NTF foram registradas nas misturas Torp+Ver (30,00) e PCC(1:1) (28,81). Nos demais substratos as médias se dispuseram entre 21,44 e 22,44 frutos por planta. Como a variação da MMF entre os substratos foi pequena, e sabendo que o MTF é influenciada pela MMF e NTF, as maiores produções foram, alcançadas pelos substratos Trop+Ver (9.454,92 g) e PCC(1:1) (8839,57 g). No restante as MTF variaram de 6.576,23 e 7248,29 g.

Com base no espaçamento de fileiras duplas utilizadas no experimento, e considerando que em um hectare fosse possível alocar 22.000 plantas, teríamos então, uma produtividade de 208,00 ton/ha para o Trop+Ver, 194,47 ton/ha para o PCC(1:1), e os demais substratos produziram entre 159,46 e 148,04 ton/ha.

Os valores encontrados para o NF, MMF, MTF e produção de frutos por hectare, num intervalo de 49 dias, podem ser considerados satisfatórios. Cardoso (2002), avaliando diferentes cultivares de pepino tipo caipira em ambiente protegido, obteve nos cultivares de menor e maior produção NF (19,1 e 41,3), MMF (297,6 e 281,3 g), MTF por plantas (5.601 e 11.558 g) e, estimando a produtividade por hectare em função do espaçamento adotado (112,02 e 231,12 toneladas. Blum *et al.*(2003), cultivando pepino “Caipira” em casa de vegetação (no solo), obteve valores para NF por planta de 8,9, massa média do fruto 343 g, massa total de frutos por plantas 3.066,42 g e produtividade por hectare de 60,18 toneladas; e Resende & Flori (2004), trabalhando com cultivares de pepino em diversos espaçamento, registrou 9,69 frutos por planta, massa média do fruto de 170 g, massa total de frutos por plantas de 1.647,3 g e uma produtividade de 33 toneladas hectare.

As Figuras 14 e 15 mostram o rápido crescimento e a qualidade dos frutos do pepino Opera F1 produzidos no sistema Lay-Flat Bags em ambiente protegido.



Figura 14: Acompanhamento do crescimento do pepino da variedade Opera F1 cultivado em casa de vegetação no sistema de Lay-Flat Bags, desde o transplante (06/11/2004) até a véspera da primeira colheita (30/11/2004). Recife, 2005.



Figura 15: Primeira colheita dia 30 de novembro de 2004 dos pepinos da variedade Opera F1, cultivados em casa de vegetação no sistema de Lay-Flat Bags. Recife, 2005.

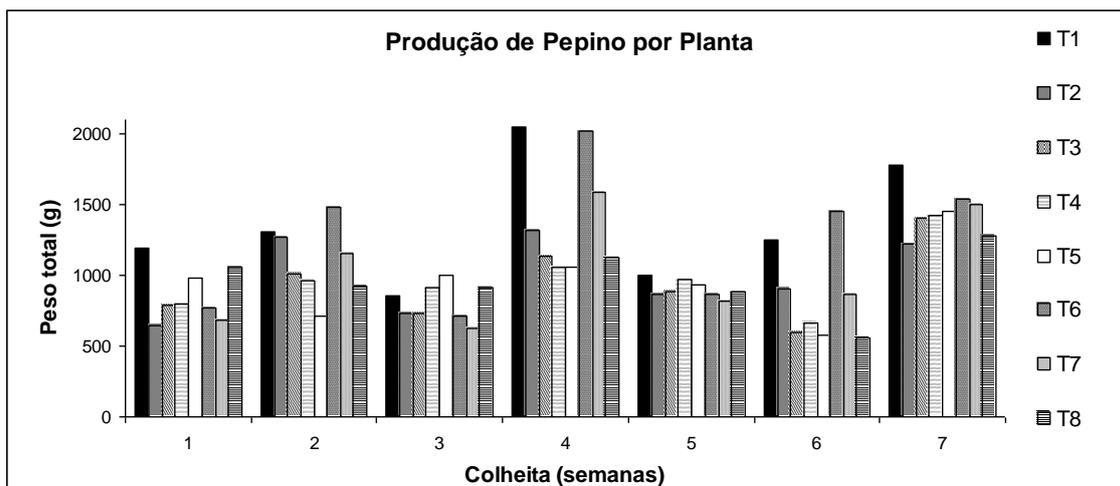


Figura 16: Médias da massa total dos frutos por planta de pepino - variedade OPERA F1, cultivados em casa de vegetação no sistema de Lay-Flat Bags dos oito substratos analisados, ao longo de sete semanas.

T1 (Trop+Ver) - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); T2 (PC) – Pó de coco não tratado; T3 (PC0,5%N) - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; T4 (PC1,0%N) - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; T5 (PC2,0%N) - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; T6 (PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); T7 (PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); T8 (PC1,0%NPK) – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Recife, 2005.

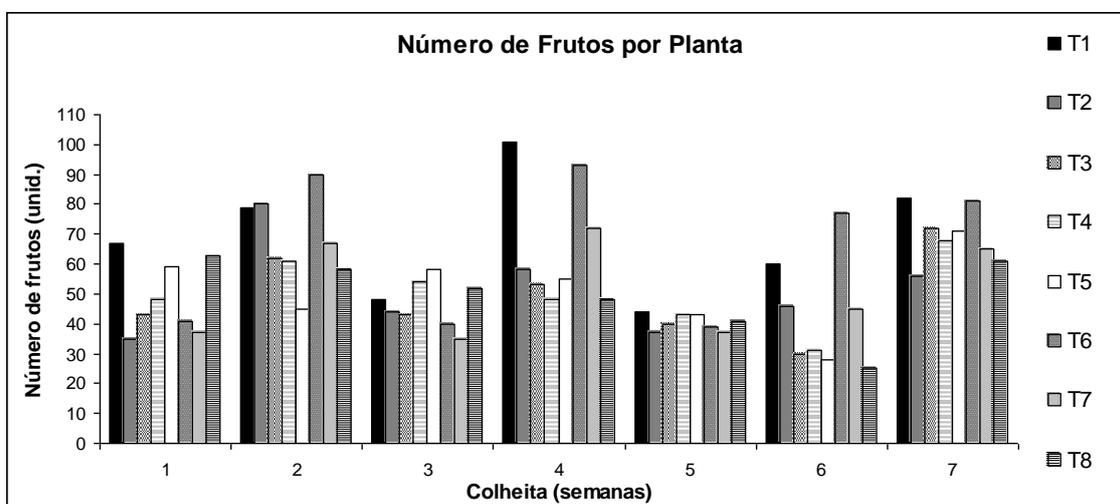


Figura 17: Médias do número total de frutos por planta de pepino - variedade OPERA F1, cultivados em casa de vegetação no sistema de Lay-Flat Bags dos oito substratos analisados, ao longo de sete semanas.

T1 (Trop+Ver) - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); T2 (PC) – Pó de coco não tratado; T3 (PC0,5%N) - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; T4 (PC1,0%N) - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; T5 (PC2,0%N) - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; T6 (PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); T7 (PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); T8 (PC1,0%NPK) – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Recife, 2005.



A mistura Trop+Ver apresentou, concomitantemente, os maiores valores referentes ao número de frutos e massa total de frutos por planta na primeira, quarta, quinta e sétima semana. Mesmo comportamento foi registrado no PCC(1:1) para segunda e sexta semana e no PC2,0%N na terceira (Figuras 16 e 17).

A partir da primeira até a sexta semana, verifica-se que há uma tendência, de aumento seguido de uma redução da produção e número e frutos por planta, nos substratos Trop+Ver, PC e nas misturas PCC(1:1) e PCC(1:2) (Figura 16 e 17). Nechet *et al.* (2005), avaliando a produção de híbridos de pimentão em cultivo protegido, encontra comportamento semelhante no número de frutos e produtividade ao longo do tempo. Assim como, Costa *et al.* (2005), registrou variação na taxa de assimilação e crescimento vegetativo do rabanete no decorrer do período de avaliação. Estas alterações ocorrem quando a disponibilidade de nutrientes está acima ou abaixo das necessidades da planta, as quais variam em cada fase do seu ciclo de crescimento e desenvolvimento (Kämpf, 2004).

Segundo as Figuras 16 e 17, houve um pico no número de frutos e na produção da terceira para quarta semana em algumas misturas, e posteriormente, uma homogeneização destes parâmetros entres os substratos. Possivelmente, o ocorrido seja pertinente ao atraso em uma das colheitas sucedido nesta fase.



5. CONCLUSÕES

As misturas do composto orgânico com o pó de coco e do Tropstrato com a Vermiculita apresentaram propriedades físicas semelhantes entre si, porém, diferentes dos substratos formulados com pó de coco tratado ou não quimicamente.

Os substratos constituídos por pó de coco com e sem tratamento químico, proporcionaram melhores condições físicas, como, aeração, porosidade, capacidade de recipiente, água disponível e distribuição de partículas comparadas com as respostas dos demais materiais.

As maiores concentrações totais de fósforo, nitrogênio, potássio e cálcio foram fornecidas pelas formulações do composto orgânico com o pó de coco.

A combinação Tropstrato e Vermiculita na proporção volumétrica 1:1 propiciou concomitantemente, pH e condutividade elétrica desejáveis para cultivo em substratos.

O substrato pó de coco tratado com 1 % de NPK mostrou-se como uma excelente alternativa para produção de mudas de pimentão, tomate, couve e pimentão, assim como, para o cultivo de rabanete e alface.

Não se recomenda a utilização do pó de coco não tratado, tanto para produção de mudas olerícolas, como para cultivo de rabanete e alface, em razão da baixa performance fenológica deste material resultante da imobilização do nitrogênio.

A combinação volumétrica 1:1 do pó de coco com composto orgânico, juntamente com a formulação Tropstrato mais Vermiculita, constituem um excelente substrato para produção de pepino em ambientes protegidos.



6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M.; NOGUERA, P. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigacion. In: CADAHIA, C. (Coord.) **Fertirrigacion: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. p. 287-342

ADAMS, P. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. **Acta Horticulturae**, 361:245-257. 1994.

ALMEIDA, L. S. de; FAVARETTO, N.; ANGELO, A. C.; ALMEIDA, A. de. Caracterização física de diferentes substratos para produção de mudas de *Allophylus edulis* (St Hil.) Radl e *Schinus terebinthifolius raddi*. IV Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas – IV ENSUB. **Resumos**. Viçosa – MG, p. 421. 2004.

APCC. **Coconut Statistical Yearbook**. Jakarta: Asian and Pacific Coconut Community, 1996, 273 p.

ARRUDA JÚNIOR, S. J. de; MENEZES, J. de C.; MELO, E. E. C. de; SILVA, M. de O.; SILVA, M. D. R. de O.; RODRIGUES, J. J. V. Caracterização física de diferentes substratos para produção de mudas de olerícolas. IV Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas – IV ENSUB. **Resumos**. Viçosa – MG, p. 410. 2004.

BACKES, M.A. Composto de lixo urbano como substrato para plantas ornamentais. **Dissertação em Ciência do Solo** – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 78p. , 1990.



BACKES, M.A.; KÄMPF, A. N.; BORDAS, J. M. C. Substratos para a produção de plantas em viveiros. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 1988, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata, Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul/Prefeitura Nova Prata, 1988. p. 665-675.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Métodos de análises químicas em plantas.** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 165p. 2004.

BLUM, L. E. B.; AMARANTE, C. V. T.; GÜTTLER, G.; MACEDO, A. F.; KOTHE, D.; SIMMLER, A.; PRADO, G.; GUIMARÃES, L. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p. 627-631, out-dez, 2003.

CAMPANHARO, M.; MENEZES, J. de C.; LIMA, P. A.; BARROS, F. M.; COSTA, J. V. T. da; RODRIGUES, J. J. V. Efeito de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro. IV Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas – IV ENSUB. **Resumos.** Viçosa – MG, p. 345. 2004.

CANIZARES, K.A.; COSTA, P.C.; GOTO, R.; VIEIRA, A.R.M. Desenvolvimento de mudas em diferentes substratos com e sem uso de solução nutritiva. **Horticultura Brasileira.** Brasília, v.20, n.2, p.227-229, 2002.

CHARTZOULAKIS, K. S. Photosynthesis, water relations and leaf growth of cucumber exposed to salt stree. **Scientia Horticulturae**, v. 59, p. 27-35, 1994.

CARDOSO, A. I. I. Avaliação de cultivares de pepino tipo caipira sob ambiente protegido em duas épocas de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 1, p. 43-48, 2002.



CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S. de; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Hortic. Bras.** vol.20 n°.4, Brasília. 2002.

CARRIJO, O. A.; VIDAL, M.C.; REIS, N.V.B.; SOUZA, R.B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.22, n.1, p.05-,09, jan-mar 2004.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas vegetais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CASSEL, D.K.; NIELSEN, D.R. **Field capacity and available water. Methods of soil analysis, Physical and mineralogical Methods**. Amer: Soc. of Agron., n.1, rev., Monogr. 9, 1986.

COSTA, C.P. Olericultura Brasileira: passado, presente e futuro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, Suplemento, p.7-11, 2000. Conferência apresentada no 40º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2000.

COSTA, C. C.; DUDA, C.; SILVA, C. J. da; TIMOSSI, P. C.; LEITE, I. C. Crescimento e produção de rabanete cultivado sob diferentes doses de húmus de minhoca e esterco bovino. Congresso Brasileiro de Olericultura – CBO, **Anais**. 2003 (<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/default.asp?id=2607>). Acesso: 08 de janeiro de 2005.

CRESSWELL, G.C. Coir dust – **A viable alternative to peat?** Biol. Chem. Inst., Rydalmere, Australia, 1992.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.26, p.37-44, 1972.



DEICHMANN, U. V. **Noções sobre sementes e viveiros florestais**. Curitiba, 1967. 196p.

ECHER, M.M.; ARANDA, A.N.; BORTOLAZZO, E.D.; BRAGA, J.S.; TESSARIOLI NETO, J. Efeito de três substratos e dois recipientes na produção de mudas de beterraba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, suplemento, p.509-511, 2000.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CNPS, 1997. 212 p.: IL. (EMBRAPA – CNPS. Documentos; 1).

ESPINOLA, H.N.R. **Efeito de três doses de nutrientes minerais sobre a acumulação de massa seca e nitrogênio pela planta de pepino tipo conserva**. 2000. 52p. (Dissertação mestrado), UFSM, Santa Maria.

EVANS, M.R.; KONDURU, S.; STAMPS, R.H. Source variation in physical and chemical properties of coconut coir dust. **Hort. Science**, v.31, 1996, p.65-967.

FABRI, E. G.; SALA, F. C.; MINAMI, K. Caracterização física e química de diferentes substratos. IV Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas – IV ENSUB. **Resumos**. Viçosa – MG, p. 318. 2004.

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; ZANETTI, M. Propriedades físicas de substratos utilizados na formação de porta-enxertos cítricos. IV Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas – IV ENSUB. **Resumos**. Viçosa – MG, p. 316. 2004a.



FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; ZANETTI, M. Propriedades físicas de substratos utilizados na formação de mudas cítricos. In: IV Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas – IV ENSUB. **Resumos**. Viçosa – MG, p. 317. 2004b.

FERMINO, M. H. (Eds.) **Substratos para Plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 1999, p. 123-138.

FERMINO, M.H. Aproveitamento de Resíduos Industriais e Agrícolas como Alternativas de Substratos Hortícolas. **Dissertação em Fitotecnia** – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 90p., 1996.

FOLEGATTI, M. V.; BLANCO, F. F. Desenvolvimento vegetativo do pepino enxertado irrigado com água salina. **Scientia Agrícola**, v.57, n.3, p.451-457, jul/set. 2000.

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, p.93-122, 1996.

GALAKU: Liquid Feed Guidelines for Cucumbers. (www.cocopeat.com.au) – Acesso: 8 de setembro de 2004.

GAULAND, D.C.S.P. Relações hídricas em substratos à base de turfas sob uso dos condicionadores casca de arroz carbonizada ou queimada. **Dissertação em Ciência do Solo** - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 107 f., 1997.



GOMES, J. M. & COUTO, L. Produção de mudas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, (12)141:8-14, 1986.

GOTO, R. Plasticultura nos trópicos: uma avaliação técnico-econômica. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.15, p.163-165, 1997. Palestra. Suplemento.

GROLLI, P.R. Composto de lixo domiciliar urbano como condicionador de substratos para plantas arbóreas. **Dissertação em Fitotecnia** – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 126 f., 1991.

GRUSZYNSKI, C. Resíduo agro-industrial "Casca de Tungue" como componente de substrato para plantas. **Dissertação em Fitotecnia** - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 99p., 2002.

GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P. S. R. de; GUIMARÃES, A. de M. Substratos alternativos a base de um composto orgânico na produção de mudas de couve-flor e chicória escarola lisa. Congresso Brasileiro de Olericultura – CBO, **Anais**. (http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/default.asp?bus_chave=mudas%20de%20couve). Acesso: 05 de janeiro de 2005.

HANDRECK, K.A. **Properties of coir dust, and its use in the formulation of soilless potting media**. Commun. Soil Sci. Plant Analysis, n.24, p. 349-363,1993.

INGRAM, D. L.; HENLEY, R. W.; YEAGER, T. H. **Growth Media for Container Grown Ornamental Plants**: Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. Florida: University of Florida, 1993, 16p. (bulletin 241, may 1993).



JORGE, J. A. **Manejo e Adubação. Compêndio de Edafologia.** 2.ed. São Paulo, Ed. Nobel, 1983. 309p.

KÃMPF, A. N. Evolução e perspectivas do crescimento do uso de substratos no Brasil. In: IV Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas – IV ENSUB, 2004, Viçosa - MG. **Palestra.** Viçosa – MG, 18 a 21 de outubro de 2004, p. 03-36.

KÃMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÃMPF, A. N., FERMINO, M. H. (Eds.) **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes.** Porto Alegre: Gênese, 2000. p. 139-145.

KNOTT, J.E. **Handbook for vegetable growers.** New York: John Wiley, 1966. 245 p.

KONDURU, S.; EVANS, M. K.; STAMPS, R. H. Coconut Husks and Processing Effects on Chemical and Physical Properties of Coconut Coir Dust. **HortScience**, vol. 34(1). 1999. p. 88-90.

LOURES, E. G. Produção de composto no meio rural. Viçosa, U.F.V., 1983. 12p. (Informe Técnico, 17).

LOURES, J.L.; FONTES, P.C.R.; SEDIYAMA, M.A.N.; CASALI, V.W.D.; CARDOSO, A.A. Produção e teores de nutrientes no tomateiro cultivado em substrato contendo esterco de suínos. **Horticultura Brasileira.** Brasília, v.16, n.1, p.50-55, 1998.



MAKISHIMA, N.; CARRIJO, O.A. Cultivo protegido do tomateiro. **Circular Técnica da Embrapa Hortaliças** 13, Brasília, 1998.

MARTINEZ, H. E. P. Distúrbios nutricionais em hortaliças cultivadas em substratos com baixa atividade química. In: IV Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas – IV ENSUB, 2004, Viçosa - MG. **Palestra**. Viçosa – MG, 18 a 21 de outubro de 2004, p. 129-157.

MARTINS, G.; CASTELLANE, P.D.; VOLPE, C.A. Influência da casa de vegetação nos aspectos climáticos e em época de verão chuvoso. **Horticultural brasileira**, Brasília, v.12, n.2, p.131-135, 1994.

MARROCOS, P. C. L.; SODRÉ, G. A. Sistema de produção de mudas de cacauzeiros. In: IV Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas – IV ENSUB, 2004, Viçosa - MG. **Palestra**. Viçosa – MG, 18 a 21 de outubro de 2004, p. 283-311.

MEEROW, A.W. Growth of two subtropical ornamentals using coir (coconut mesocarp pith) as a peat substitute. **Hort. Science**. v.29, n.12, 1994, p.1484-1466.

MENEZES JÚNIOR, E. O. G.; FERNANDES, H. S.; Substratos formulados com vermicomposto e comerciais na produção de mudas de couve-flor. **Rev. Bras. De AGROCIÊNCIA**, V. 4, n° 3, p. 191-196, set.-dez., 1998.

MENEZES JÚNIOR, E. O. G.; FERNANDES, H. S.; MAUCH, C. R.; SILVA, J. B. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 164-170, nov. 2000.



MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Gênese. p. 86, 2000.

MINAMI, K. **Fisiologia da produção de mudas**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. 129 p.

NADAL, R.; GUIMARÃES, D.R.; BIASI, J.; PINHEIRO, S.L.G.; CARDOSO, V.L.M. **Olericultura em Santa Catarina: aspectos técnicos e econômicos**. Florianópolis: EMPASC, 1986. 187 p.

NECHET, K. de L.; HALFELD-VIEIRA, B. de A.; PEREIRA, P. R. V. da S.; MOURÃO JÚNIOR, M.; SILVA, M. A. S. da. Produção de híbridos comerciais de pimentão (*Capsicum annuum*) em cultivo protegido no Estado de Roraima. Congresso Brasileiro de Olericultura – CBO, **Anais**. 2004. (<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/default.asp?id=3934>). Acesso: 10 de janeiro de 2005.

NETO, S. L.; MOTA, W. F. de; SOUZA, T. H. R.; TARCHETTI, G. P.; ALVES, F. G.; ANTUNES JÚNIOR, R. C.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. X. de; PEREIRA, E. K. C. Produção de mudas de pepino com a utilização de diferentes relações de substratos. IV Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas – IV ENSUB. **Resumos**. Viçosa – MG, p. 323. 2004.

NINA, A. P. **Viveiros florestais. Instalação e técnica cultural**. Lisboa: Secretaria de Estado da Agricultura, 1961. 274p.

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



OLIVEIRA, F. J. V. de; SOUZA, G. S. C.; MENDES, A. Q. ; LIMA, K. F. B. G. de; MENEZES, J. de C.; RODRIGUES, J. J. V. Avaliação de substratos contendo pó de coco na produção de mudas de tomate. IV Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas – IV ENSUB. **Resumos**. Viçosa – MG, p. 418. 2004.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B.; VASCONCELLOS, L.A.B.C. Avaliação de mudas de maracujazeiro em função do substrato e do tipo de bandejas. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.50, n.2, p.261-266, 1993.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa, MG: UFV, 1993, 40p. (Apostila 322).

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros Florestais**. Viçosa, MG: UFV, 1995, 56p. (Apostila 320).

PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate fur den gartenbau, besonders in Deutschland: ein kritischer Überblick. *Plant and Soil*, The Hague, v. 75, p. 269-281, 1983.

PILL, W.G., TILMON, H.D.. Nitrogen-enriched ground kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) stem core as a component of soilless growth media. **Journal of Horticultural Science**. n.70, v.4, 1995, p. 673-681.

PIRE, R.; PEREIRA, A. Propriedades físicas de componentes de substratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. Propuesta metodológica. **Bioagro**. 15(1): 55-63. 2003.



PRAGANA, R.B. Potencial do resíduo da Extração da Fibra de coco como Substrato na Produção Agrícola. **Dissertação em Ciência do Solo** – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1999.

RESENDE, G. M.; FLORI, J. E. Rendimento e qualidade de cultivares de pepino para processamento em função do espaçamento de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p. 117-120, jan-mar, 2004.

RIBEIRO, M. C. C.; LIMA, J. S. S. de; NETO, F. B.; SOUZA, J. I. de; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVA, M. do S. de L.; SILVEIRA, L. M. da. Diferentes substratos orgânicos no crescimento de mudas de pimentão. Congresso Brasileiro de Olericultura – CBO, **Anais**. (<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/default.asp?id=3321>). Acesso: 10 de janeiro de 2005.

RÖBER, R. Substratos hortícolas: possibilidades e limites de sua composição e uso; exemplos da pesquisa, da indústria e de consumo. In: KÄMPF, A. N.;

RODRIGUES, J.J.V.; PRAGANA, R.B.; SOUZA JÚNIOR, V.S.; SANTOS, P.M.; SOUZA, F.J.; SILVEIRA, M.M.L.. Crescimento e estado nutricional de mudas de maracujá produzidas em substrato de pó de coco . XXVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo .Brasília. **Resumos**. 1999

ROSA, M. de F. et al.. Utilização da casca de coco como substrato agrícola. Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical. **Documentos 52**. 2002. 24p.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D. de; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002.



SETUBAL, J. W.; BEOFORT, C. C.; CRUZ JÚNIOR, J. I. S. Efeitos de substrato alternativo e comercial na produção de mudas de pimentão. Congresso Brasileiro de Olericultura – CBO, **Anais**. 2003. (<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/default.asp?id=3256>). Acesso: 10 de janeiro de 2005.

SILVA, A.C.F.; AGOSTINI, I.; MULLER, J.J.V.; VIZZOTO, V.J. Efeito de densidades populacionais sobre a produtividade de pepino para conserva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.10, n.1, p.28-29, 1992.

SILVA JÚNIOR, A. A.; VISCONTI, A. Recipientes e substratos para produção de mudas de tomate. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.4, n.4, p. 20-23, 1991.

SILVEIRA, E. B. RODRIGUES, V. J. L. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; MESQUITA, J. C. P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 211-216, junho, 2002.

SIQUEIRA, B.B.; SOLTO, J.A.; LINS, J.A.C.U.M.; RODRIGUES, J.J.V.. Cucumber Production in coir filled bags under greenhouse conditions. **Rev. da Soc. de Olericultura do Brasil** , n.21, v.2, Suplemento 1, p. 313, 2003.

SMIDERLE, O. J.; SALIBE, A. B.; HAYASHI, A. H.; MINAMI, K. Produção de mudas de alface, pepino e pimentão em substratos combinando areia, solo e plantmax®. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 253-257, novembro, 2001.

Soil and Mulching Council. Voluntary Uniform Product Guidelines. URL: (www.mulchandsoilcouncil.org) – Acesso 15 de setembro de 2004.



SOLTO, J.A.; SIQUEIRA, B.B.; LINS, J.A.C.U.M.; RODRIGUES, J.J.V. Pré-tratamento químico do pó de coco para a produção de mudas de tomate. Hort. Bras. **Resumos**. n.21, v.2, p. 316, 2003.

SOUZA, N. A.; JASMIM. J. Crescimento de singônio com diferentes tutores e substratos à base de mesocarpo de coco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1. p.39-44, jan-mar. 2004.

SOUZA, V. S. de; LEAL, F. R. R.; TERCEIRO NETO, C. P. C.; MEIRELES, A. C. I.; SOARES, I.; SILVA, L. A. da. Concentração de boro na solução nutritiva e efeito residual dos sais sobre o cultivo de rabanete em pó de coco. Congresso Brasileiro de Olericultura – CBO, **Anais**. 2003 (<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/default.asp?id=2556>). Acesso: 08 de janeiro de 2005.

Standards Australian. **Potting Soils**. AS 3743-2003. Sidney, Australia. 2003.

STRCK, N.A.; BURIOL, G.A.; ANDRIOLO, J.L.; SANDRI, M.A. Influência da densidade de plantas e da poda apical drástica na produtividade do tomateiro em estufa de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n. 7, p.1105-1112, 1998.

TRANI, P. E.; NOVO, M. C. S. S.; CARVALHO JÚNIOR, M. L.; TELLES, L. M. G. Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.290-294, abril-junho 2004.



TRINDADE, A. V. **Crescimento e composição mineral de mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta à inoculação com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares e à aplicação de composto orgânico.** Viçosa – MG, UFV, Impr. Univ., 1992. 84p. (Tese M.S.).

VAVRINA, C.S.; ARMBRESTER, K.; ARENAS, M.; PENA, M.. **Coconut coir as an alternative to peat media for vegetable transplant production.** SWFREC Station Rpt. – VEG 1996.

VERDONCK, O.; GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 221, p. 19-23, 1988.

VIEIRA, M. A.; LASMAR, F. B. Caracterização físico-química de substratos constituídos de vermicomposto e casca de arroz carbonizadas. IV Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas – IV ENSUB. **Resumos.** Viçosa – MG, p. 417. 2004.

WHITAKER, T.W.; DAVIS, G.N. **Cucurbits: botany, cultivation and utilization.** London: Leonard Hill, 1962. 250 p.

WHITE, J. W. AND J. W. MASTALERTZ. Soil moisture as related to container capacity. Proc. Amer. Soc. **Hort. Sci.** n.89, 1966, p.758-765.



7. ANEXOS

Anexo 1: Umidades volumétricas expressas em percentagens com as suas respectivas tensões referentes aos oito tratamentos analisados

TRAT.	Tensões (-cm)			
	0	10	50	100
Trop+Ver	83,29	44,28	34,30	32,04
PC	94,52	60,60	44,40	37,24
PC0,5%N	94,81	62,21	41,10	37,14
PC1,0%N	93,47	60,49	40,89	36,56
PC2,0%N	93,30	62,58	42,98	38,65
PCC(1:1)	89,74	52,61	41,31	38,48
PCC(1:2)	90,08	55,40	42,21	39,57
PC1,0%NPK	94,34	63,62	44,02	39,69

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Recife, 2005.

Anexo 2: Médias do peso total dos frutos por planta de pepino - variedade OPERA F1, cultivados em casa de vegetação no sistema de Lay-Flat Bags dos oito substratos analisados ao longo de sete semanas

TRAT.	SEMANAS						
	1	2	3	4	5	6	7
Trop+Ver	1194,84	1312,59	860,77	2054,44	998,10	1248,15	1786,03
PC	642,74	1267,48	733,59	1317,67	865,62	908,36	1224,18
PC0,5%N	789,26	1011,57	731,09	1137,13	885,62	600,54	1406,96
PC1,0%N	795,41	961,66	913,30	1055,04	972,17	662,21	1430,23
PC2,0%N	979,18	714,25	1004,53	1061,29	935,51	577,91	1456,63
PCC(1:1)	767,60	1484,86	711,036	2019,12	862,37	1457,26	1537,34
PCC(1:2)	681,33	1155,42	630,94	1588,66	815,86	871,16	1504,94
PC1,0%NPK	1063,17	921,35	918,69	1123,07	883,96	562,66	1284,50

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Recife, 2005.



Anexo 3: Médias do número total de frutos por planta de pepino - variedade OPERA F1, cultivados em casa de vegetação no sistema de Lay-Flat Bags dos oito substratos analisados ao longo de sete semanas

TRAT.	SEMANAS						
	1	2	3	4	5	6	7
Trop+Ver	67	79	48	101	44	60	82
PC	35	80	44	58	37	46	56
PC0,5%N	43	62	43	53	40	30	72
PC1,0%N	48	61	54	48	43	31	68
PC2,0%N	59	45	58	55	43	28	71
PCC(1:1)	41	90	40	93	39	77	81
PCC(1:2)	37	67	35	72	37	45	65
PC1,0%NPK	63	58	52	48	41	25	61

TRAT. – Tratamentos. Trop+Ver - Testemunha (substrato comercial - Tropstrato + vermiculita - granulometria médio, misturado na proporção 1:1 volume:volume); PC – Pó de coco não tratado; PC0,5%N - Pó de coco não tratado + 0,5 % de N; PC1,0%N - Pó de coco não tratado + 1,0 % de N; PC2,0%N - Pó de coco não tratado + 2,0 % de N; PCC(1:1) – Pó de coco não tratado + composto (1:1, volume:volume); PCC(1:2) - Pó de coco não tratado + composto (2:1, volume:volume); PC1,0%NPK – Pó de coco não tratado + NPK a 1 % de N. Recife, 2005.

Anexo 4: Nutrientes e quantidades utilizadas na solução de macros e micronutrientes, fornecidos aos pepinos no sistema Lay-Flat Bags em casa de vegetação

Nutrientes	Quantidades (mg.dm ⁻³)
Nitrogênio na forma de nitrato	212
Nitrogênio na forma de amônio	9
Fósforo	35
Potássio	268
Cálcio	169
Magnésio	31
Enxofre	54
Ferro	1,12
Manganês	0,60
Zinco	0,20
Boro	0,33
Cobre	0,05
Molibdênio	0,04
Relação potássio nitrogênio	1,21:1

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Laboratório de Física do solo, Recife, 2005.