

**ROSSANNA BARBOSA PRAGANA**

**POTENCIAL DO RESÍDUO DA EXTRAÇÃO DA FIBRA DE COCO  
COMO SUBSTRATO NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Agronomia – Ciência do Solo.

Orientador:

Prof. José Júlio Vilar Rodrigues, PhD

**RECIFE**

**1999**

**ROSSANNA BARBOSA PRAGANA**

**POTENCIAL DO RESÍDUO DA EXTRAÇÃO DA FIBRA DE COCO  
COMO SUBSTRATO NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora:

Orientador: .....

Prof. José Júlio Vilar Rodrigues, PhD

Examinadores:

.....

Prof. Clemente José Gusmão Carneiro da silva, Ph.D

.....

Prof. José Geraldo Eugênio de França, Ph.D

.....

Prof. Egídio Bezerra Neto, Ph. D

**RECIFE, 03 DE MARÇO DE 1999**

**Ao meu esposo Marcos Antônio Barros**  
**Aos meus filhos Marquinho e Stelinha**

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao concluir o presente trabalho, manifesto sinceros agradecimentos:

Primeiramente ao meu esposo Marcos Barros pela compreensão, apoio e incentivo durante esta fase da minha vida profissional.

Ao meu estimado orientador Julio Vilar pela preciosa orientação.

Aos estagiários Silvano Xavier, Robson Santos, Flavio Oliveira, Maurício Fernandes, Daniel Blackburn, Raline Melo, Luciano Almeida e Lívio Santos pelo apoio e dedicação.

Ao professor Marcos Passos pelo apoio e orientação no Viveiro Florestal da UFRPE e aos professores Dimas Menezes, Richard Heck, Mônica Benke, Clístenes Nascimento, Egídio Bezerra, Rildo Sartori, Mateus Rosas Ribeiro, Isabelle Meunier pela atenção e esclarecimentos prestados.

Aos laboratoristas da UFRPE Anacleto, Camilo, Gervásio, Luciano e Josias.

Aos funcionários da Coordenação do Mestrado em Ciência de Solo: Noca, Socorro e Josué, pela amizade e apoio.

Aos amigos Marta Surama, Fátima de Oliveira, Luiz Fernando, Emanuel Ernesto, Francisco de Assis, Ricardo Miranda, Valdomiro Júnior, Paulo Medeiros, Isabel Cecília e Brivaldo Almeida pelo apoio e amizade durante todo o período do mestrado. E aos colegas Marcos Masutti e Paulo Cisneiros pela preciosa contribuição neste trabalho.

A todos os estagiários, amigos e professores que contribuíram com atenção e ajuda para o andamento e conclusão deste trabalho.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Páginas</b>
01	Determinação da altura das mudas após o encerramento do experimento com tomate (Bioensaio 5), 20 dias após o plantio..... 67
02	Determinação do diâmetro do caule das mudas após o encerramento do experimento com tomate (Bioensaio 5), 20 dias após o plantio..... 67
03	Determinação do peso seco da parte aérea das mudas, após o encerramento do experimento com tomate (Bioensaio 5), 20 dias após o plantio..... 67
04	Teor de N nos substratos após o encerramento do experimento com tomate (Bioensaio 5), 20 dias após o plantio..... 68
05	Teor de P nos substratos após o encerramento do experimento com tomate (Bioensaio 5), 20 dias após o plantio..... 68
06	Teor de K nos substratos após o encerramento do experimento com tomate (Bioensaio 5), 20 dias após o plantio..... 69
07	Teor de N na parte aérea das mudas após o encerramento do experimento com tomate (bioensaio 5), 20 dias após o plantio..... 70
08	Teor de P na parte aérea das mudas após o encerramento do experimento com tomate (bioensaio 5), 20 dias após o plantio..... 70
09	Teor de K na parte aérea das mudas após o encerramento do experimento com tomate (bioensaio 5), 20 dias após o plantio..... 70

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabelas</b>	<b>Páginas</b>
01 Parâmetros de análise dos Bioensaios.....	38
02 Distribuição da porcentagem de tamanho de partículas dos substratos isolados e das composições.....	45
03 Densidade global (dg), densidade das partículas (dp), capacidade de aeração (CA), porosidade total efetiva (P <sub>Te</sub> ), porosidade total teórica (P <sub>Tt</sub> ) e capacidade de recipiente na base de volume $\theta_v$ (CR), dos substratos isolados e das composições.....	50
04 Volume de ar (VA); água facilmente disponível (AFD), capacidade de tamponamento de água (CTA), água disponível (AD), Densidade global (dg), porosidade total teórica (P <sub>Tt</sub> ), porosidade total efetiva (P <sub>Te</sub> ), capacidade de recipiente a 10 cm [ $\theta_v$ (10 cm)], dos componentes isolados e das composições através da curva característica.....	53
05 Condutividade elétrica e potencial hidrogeniônico dos substratos isolados e composições, determinados através do método dos meios 2:1 (CE (2:1) e pH (2:1)) e do Virginia Tech (CE (V T) e pH (V T) .....	55
06 Teor de P; K; Ca e Mg segundo Ingram (1990)- A e Warnke (1988)- B..	56
07 Teores de Mg, Ca, k, P e Na dos substratos isolados e das composições.....	56
08 Teores de Cu, Mn, Zn e da relação C/N dos substratos isolados e das composições.....	57
09 Bioensaio 1 (tomateiro)- porcentagem de germinação (Ger) e velocidade de emergência (VE) 12 dias e do 5° ao 12° dia após o plantio, respectivamente. Altura da planta (Alt), diâmetro do caule ( $\emptyset$ C) e peso seco da parte aérea (PSPA) 24 dias após o plantio das sementes de tomate.....	60
10 Bioensaio 2 (pimentão)- porcentagem de germinação (Ger) e velocidade de emergência (VE) 12 dias e do 7° ao 12° dia após o plantio, respectivamente. Altura da planta (Alt), diâmetro do caule ( $\emptyset$ C) e peso seco da parte aérea (PSPA) 26 dias após o plantio das sementes de pimentão.....	62

11	Bioensaio 3 (eucalipto)- porcentagem de germinação (Ger), 11 dias após o plantio, altura da planta (Alt), diâmetro do caule ( $\varnothing$ C), número de folhas (F), peso seco da parte aérea (PSPA) e das raízes (PSR), 62 dias após o plantio das sementes de eucalipto.....	64
12	Bioensaio 4 (alface)- porcentagem de germinação (Ger) e velocidade de emergência (VE), 13 dias e do 5º ao 13º dia após o plantio, respectivamente. Altura da planta (Alt), número de folhas (F) e peso seco da parte aérea (PSPA) 23 dias após o plantio das sementes de alface.....	65
13	Médias do experimento com tomate do peso fresco do fruto (PFF), peso seco do fruto (PSF), número de frutos (Fr) e peso seco da parte aérea (PSPA), determinados após o período de 88 dias.....	71
14	Média da altura dos tomateiros, determinada semanalmente durante o período de 88 dias.....	72
15	Produção de rabanete- porcentagem de germinação (Ger), 5 dias após o plantio, peso seco da parte aérea (PSPA), peso seco das raízes (PSR) e diâmetro das raízes ( $\varnothing$ C), 30 dias após o plantio das sementes de rabanete.....	73

<b>SUMÁRIO</b>	<b>Páginas</b>
<b>DEDICATÓRIA</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO</b>	<b>11</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 – REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
2.1 - SUBSTRATOS NA HORTICULTURA.....	13
2.2 - PROPRIEDADES FÍSICAS .....	15
2.3 - PROPRIEDADES QUÍMICAS .....	18
2.4 - COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATOS .....	19
2.5 - PRINCIPAIS COMPONENTES.....	21
2.6 -COMPONENTES ORGÂNICOS .....	21



2.7 - COMPONENTES INORGÂNICOS.....	24
2.8 - PÓ DE COCO .....	25
<b>3 – MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
3.1 - CARACTERIZAÇÕES FÍSICAS DOS SUBSTRATOS.....	32
3.2 - CARACTERIZAÇÕES QUÍMICAS DOS SUBSTRATOS.....	36
3.3 - BIOENSAIOS.....	38
3.3.1 - PRODUÇÃO DE MUDAS.....	37
3.3.2 - PRODUÇÃO DE ESPÉCIES OLERÍCOLAS ATE O PONTO DE COLHEITA.....	42
<b>4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
4.1 - CARACTERIZAÇÕES FÍSICAS.....	45
4.2 - CARACTERIZAÇÕES QUÍMICAS.....	54
4.3 - BIOENSAIOS.....	58
4.3.1 - PRODUÇÃO DE MUDAS.....	58
4.3.2 - PRODUÇÃO DE ESPÉCIES OLERÍCOLAS ATE O PONTO DE COLHEITA.....	71
<b>5 – CONCLUSÕES .....</b>	<b>74</b>
<b>6 – ABSTRACT .....</b>	<b>75</b>
<b>7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>76</b>
<b>8 – ANEXOS .....</b>	<b>85</b>



## Resumo

Com o objetivo de estudar o potencial do pó de coco, isolado e em combinações volumétricas com materiais orgânicos e inorgânicos, na produção de mudas e como substrato de vaso na condução de culturas até o fim do ciclo reprodutivo, foram realizadas determinações físico-químicas, para caracterizar os substratos comparando-os com características de substratos considerados ideais para produção agrícola. Também foram realizados bioensaios com produções de mudas de tomate, pimentão, alface, eucalipto e produção até o fim do ciclo reprodutivo de tomate e rabanete.

Os substratos estudados foram: pó de coco (PC), Plantmax hortaliças (Pmax), composto orgânico (Cp), vermiculita (V), e as composições volumétricas: PC + Pmax - (1:1); PC + Pmax - (2:1); PC + V - (1:1); PC + V - (2:1); PC + V - (3:1); PC + Cp - (1:1); PC + Cp - (2:1); PC + Cp + V - (1:1:1); PC + Cp + V - (2:1:1); PC + Cp + V - (2:2:1); PC + Cp + V - (3:1:1); PC + Cp + V - (3:2:1); Turfa (Tr) + V - (1:1).

As variações no crescimento das plantas, mostram que o tipo de substrato pode afetar o crescimento das diferentes espécies.

Os resultados obtidos para os substratos combinados foram superiores aos obtidos para os isolados, mostrando assim que existe vantagem em realizar a mistura de componentes para a obtenção de um substrato mais eficiente.

Os resultados obtidos, mostram que é possível introduzir, em nosso meio, o cultivo em substrato, com ênfase as composições com “pó de coco”, barateando o custo, devido à disponibilidade do “pó de coco” no Nordeste brasileiro.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção hortícola é altamente dependente da utilização de insumos, sendo o produtor prejudicado pelos altos preços, além dos imprevistos do mercado. Um insumo que tem representado grande importância neste contexto é o substrato, devido a sua ampla utilização na produção hortícola.

A escolha do substrato é uma das decisões mais importantes para horticultores. Os substratos hortícolas além de fornecerem suporte e nutrição adequada, devem ainda assegurar um balanço correto de aeração e de retenção de água durante todo o ciclo da cultura.

Surgiram substratos comercialmente disponíveis aos produtores, em função da necessidade destes, na produção agrícola. Uma alternativa para a redução dos custos deste insumo é a utilização de resíduos orgânicos na composição de substratos. Atualmente são perdidos muitos dos resíduos orgânicos existentes no campo e na agroindústria.

O pó de coco é um resíduo oriundo do processo da retirada da fibra de coco, que é de grande utilização na fabricação de tapetes, enchimento de bancos de automóveis e de cordas. Esse resíduo é produzido em grandes quantidades e, até hoje, não se encontrou uso econômico para o mesmo em grande escala. Na Europa, e mais recentemente nos Estados Unidos, esse resíduo, que toma o nome de “Coir”, tem sido importado, principalmente do Sri Lanka, em grandes quantidades para a horticultura intensiva, para substituir a turfa.

O presente trabalho integraliza vários experimentos com produção de mudas e caracterizações de substratos, cujos objetivos foram:

- Provar cientificamente que o pó de coco pode ser utilizado como substrato na a produção de mudas.
- Verificar a melhor forma de utilização do pó de coco como substrato, se isolado ou em combinações volumétricas com outros materiais orgânicos e/ou minerais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Substratos na horticultura

Um substrato hortícola pode ser definido como o meio físico, natural ou sintético, onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas em recipientes como sacos plásticos, vasos, bandejas, tubetes plásticos, etc. Segundo Gonçalves (1995) substrato ou mistura para cultivo são definições pelas quais são conhecidas a matéria-prima ou mistura de matérias-primas que usadas para enraizamento e cultivo de plantas irão exercer a função do solo. Podem ser de origem animal, vegetal e sintética.

As plantas podem ser cultivadas numa grande variedade de substratos desde que sejam manejadas de maneira apropriada. Os materiais utilizados como substratos devem ser abundantes, de baixo custo, isentos de pragas e fitopatógenos e de substâncias tóxicas (Gras, 1987). Devem permitir a esterilização sem mudar de propriedade ou qualidade, ser uniforme e estável em toda a extensão, ser produzido economicamente, não apresentar odores desagradáveis, não deixar resíduo que prejudiquem o ambiente ou a saúde, ser leve, poder ser armazenado por longo tempo sem perder a qualidade e apresentar uma velocidade mínima de decomposição (Minami, 1995). Devem promover adequada integração com o sistema radical e não ficar aderido ao recipiente, a fim de possibilitar com eficiência a sua remoção e manuseio por ocasião do plantio, principalmente quando utiliza-se bandejas e tubetes (Aguiar, 1989).

A composição do substrato é fundamental para a utilização de bandejas, tubetes, vasos e jardineiras pois suas características vão exercer grande influência na qualidade das plantas produzidas (Waters et al., 1970). Os solos *in natura* não satisfazem simultaneamente aos requerimentos de boa aeração e retenção de água disponíveis às plantas, indispensáveis ao

bom desenvolvimento destas, em recipientes (Rodrigues *et al.*, 1995). Segundo Poole & Warters (1972), as características físicas dos solos não são desejáveis como um substrato, e sua utilização tem acarretado sério prejuízo à natureza, pois é retirado parte do solo arável para a composição de substrato, só para o tomate são usados cerca de 20.000 m<sup>3</sup> de solo onde, anualmente (Minami, 1995).

Um dos problemas dos cultivos implantados no solo é a incidência de pragas e patógenos que atacam o sistema radical, como os nematóides e as podridões de raízes causadas por fungos e bactérias. Esses problemas de ordem fitossanitária tendem a se agravar com o decorrer do tempo, em consequência da alta intensidade dos cultivos que se sucedem ao longo do ano e das dificuldades em manejar corretamente os teores de ar e água no solo. Os problemas de ordem nutricional também são freqüentes, pois os elementos minerais que não são absorvidos pelas raízes das plantas tendem a se acumular na camada superficial do solo, provocando a salinização e/ou o antagonismo entre os nutrientes, com reflexos negativos sobre o rendimento (Andriolo, 1996).

Graziano (1995) afirma que para o plantio em recipientes, há a necessidade de substratos uniformes e de boa qualidade quanto às propriedades físicas, químicas e biológicas, visto que, quando as plantas são cultivadas em recipientes, as raízes estão restritas a um volume pequeno de substrato, portanto o atendimento à demanda de ar, água e nutrientes é mais crítica do que aquelas que se desenvolvem sem restrição de volume (Bunt, 1976).

O substrato ótimo deverá minimizar o manejo requerido para a produção de plantas de qualidade. A escolha de um bom substrato vai depender da espécie a ser cultivada, o tamanho do recipiente, das condições ambientais na área de produção, tais como: controle de irrigação, distribuição de chuva, nível de salinidade na água de irrigação, intensidade de luz e temperatura, e da distância dos mercados, da disponibilidade e custo dos componentes do substrato (Ingram *et al.*, 1993 e Minami, 1995).

Segundo Ingram *et al.* (1993) o propósito de um substrato é fisicamente suportar a planta e suprir água, nutrientes e oxigênio adequadamente para as funções apropriadas das raízes. A planta deve ser sustentada pelo substrato e este deve ser suficientemente pesado para estabilizar o recipiente e mante-lo ereto. O peso ótimo de um substrato depende do tamanho e da forma da planta que está sendo produzida e da velocidade do vento da área de produção. Por outro lado, o peso excessivo deve ser evitado já que isso atrapalha o manuseio e aumenta os custos de transporte.

## 2.2. Propriedades Físicas

Devido à grande variedade de materiais usados como substratos, a determinação das propriedades físicas se torna cada vez mais importante.

As propriedades físicas mais determinadas em substratos hortícolas incluem o espaço poroso total (porosidade total), capacidade máxima de retenção de água (capacidade de recipiente), volume preenchido por ar (capacidade de aeração), densidade global e a distribuição do tamanho de partículas (Ingram *et al.*, 1993).

O espaço poroso total é a porção não sólida do volume expressa em porcentagem de volume. A capacidade máxima de retenção de água de um substrato é o volume de água que é retido após a irrigação até a saturação e a consequente drenagem livre. Após a drenagem completa, este encontra-se na “Capacidade de Recipiente” ou também chamada “Capacidade de Pote”. O volume ocupado por ar na capacidade de recipiente é denominado de espaço de ar ou capacidade de aeração do substrato (Ingram *et al.*, 1993).

No que se refere às características físicas, um bom substrato deve apresentar: suficiente espaço poroso, com uma quantidade adequada de poros pequenos para reter a água absorvida pelas plantas, e bastante poros grandes para permitir a troca de ar num substrato, mantendo as condições críticas de concentração do oxigênio. Condições anaeróbicas não permitem que as raízes obtenham energia a partir dos processos respiratórios e favorecem o desenvolvimento de doenças. Deve também, assegurar simultaneamente uma boa drenagem e capacidade de retenção de água (Simões, 1971; Ingram *et al.*, 1993; Grás, 1987 e Souza *et al.*, 1995).

A matéria orgânica e os minerais compõem a porção sólida dos substratos, ocupando de 10 a 40 % de volume, isto significa que o espaço poroso total ocupa em média de 60 a 90 por cento, ou mais, do volume total do substrato num recipiente. A distribuição do tamanho das partículas ou o volume relativo de cada tamanho das mesmas, além da porosidade interna das partículas individuais, determinam o espaço poroso total e o volume de água e de ar quando o substrato se encontra na capacidade de recipiente. As partículas maiores se ajustam para criar grandes espaços porosos ou seja macroporos. Estes poros grandes estão geralmente preenchidos com ar na capacidade de recipiente. No entanto, quando partículas menores são misturadas com partículas maiores, o volume de poros grandes é reduzido e o volume do meio preenchido por sólidos e água após irrigação aumenta. O espaço poroso interno das partículas

obviamente difere com o tipo de material, uma partícula de perlita não tem nenhum espaço poroso interno enquanto que 40 a 45 % do volume de uma partícula de casca de pinheiro é composta de espaço poroso. Uma grande parte dos espaços de poros intra partículas estão preenchidos com água na capacidade de recipiente. Uma parte da água poderá estar disponível para absorção das plantas, no entanto um percentual substancial poderá permanecer indisponível. Várias pesquisas mostraram que a água num substrato, quando retida a tensões maiores que 100 cm não está facilmente disponível para as plantas (Ingram *et al.*, 1993).

A quantidade de água presente num substrato diminui a medida que uma tensão é aplicada sobre a água. Colocando-se tensões variáveis sobre a água num substrato, um padrão de liberação de água pode ser desenvolvido para o mesmo. Este padrão é usualmente referido como uma “curva de retenção de umidade”. Esta curva foi repartida por De Boodt & Verdonck (1972) em porosidade total (PT), igual ao volume de água retido a tensão de 0 cm; volume de ar (VA), representado pelo volume de água liberada entre 0 e 10 cm de tensão; volume de água facilmente disponível (AFD) que é o volume de água liberado entre as tensões de 10 e 50 cm, e capacidade de tamponamento de água (CTA) definida como a água extraída entre 50 e 100 cm de tensão.

Uma camada de substrato praticamente saturada permanece no fundo do recipiente, após a saturação e drenagem do excesso de água. A espessura dessa camada praticamente saturada, depende da distribuição do tamanho de partículas. Já que não existem poros capilares para aplicar tensão na água do fundo do recipiente, como se acharia na mesma profundidade num perfil de solo no campo, a água no fundo do mesmo é retida a tensão praticamente igual a zero, ou seja, essencialmente água livre. Se o recipiente for inclinado uma maior parte dessa água livre irá drenar a partir do ponto mais baixo do recipiente. A água que está acima do meio quase saturado do fundo do recipiente é submetida à força da gravidade. Quanto maior a distância acima das condições quase saturadas, maior a tensão exercida pela água naquela região do substrato (Ingram *et al.*, 1993).

Segundo Verdonck *et al.* (1983) para condições ótimas de crescimento é necessário que o substrato tenha ao mesmo tempo 20% de volume de ar e 20 a 30 % de água facilmente disponível. Para se obter estes percentuais ideais podem ser feitas misturas com materiais de baixo volume de ar e alto volume de água facilmente disponível ou com alto volume de ar e baixo volume de água facilmente disponível. Desta maneira para cada grupo de plantas e



sistemas de cultivo pode-se otimizar as propriedades físicas por meio de misturas de materiais diferentes.

Segundo Minami (1995) a quantidade de água e ar no substrato é determinado também pelo tipo e tamanho do recipiente e de como o substrato é manejado (compactação e técnica de enchimento de vaso).

A distribuição do tamanho das partículas, e conseqüentemente a capacidade de retenção de água, espaço de ar e o volume do substrato podem mudar ao longo do tempo, em um recipiente, devido a compactação, encolhimento, erosão e penetração das raízes. As partículas menores podem ser levadas até o fundo do recipiente ao longo do tempo. Isto acontece especialmente com o uso de grandes quantidades de areia e substratos muito porosos. A areia fina tende a se acumular no fundo do recipiente, entupindo o espaço de poros grandes, diminuindo a aeração no fundo do recipiente e a capacidade de retenção de água nas zonas superiores no substrato. A compactação refere-se à redução do volume do substrato causado por acamamento ou compressão, esta pode ocorrer com o resultado de procedimentos de envasamentos inadequados, quebra das partículas, ou por impacto da irrigação por aspersão e outras práticas culturais. O encolhimento ocorre como resultado da degradação da partícula através da atividade biológica, a medida que algumas partículas de substrato se decompõem elas se tornam menores e se ajustam mais proximamente, com isto, o volume de substrato diminui, o espaço de ar diminui e o peso dos sólidos por unidade de volume do substrato remanescente aumenta. A compactação e o encolhimento durante o período de produção deverá ser menos que 10 %, sendo um pouco mais para plantas que requerem longos períodos para a produção. Chuvas intensas ou irrigações podem retirar partículas do recipiente e as partículas podem ser perdidas durante a remoção de ervas daninhas, etc. O aumento do volume de raízes freqüentemente compensa a perda do volume de substrato (Ingram *et al.*, 1993).

Um bom substrato deve apresentar uma densidade global próxima da ideal, segundo De Boodt & Verdonck (1974), um substrato ideal teria uma densidade global de 0,2 a 0,3 g/cm<sup>3</sup> e porosidade total a 85%.

### 2.3. Propriedades Químicas

As propriedades químicas mais determinadas em substratos hortícolas incluem o pH, sais solúveis, capacidade de trocas de cátions e a razão C/N. Essas propriedades deverão ser analisadas durante a seleção do substrato e o processo de formulação.

Quanto às propriedades químicas, o substrato deve apresentar adequada fertilidade para propiciar rápido crescimento e bom vigor às plantas (Simões *et al.*, 1971). Na produção de mudas a mistura deve conter todos os nutrientes necessários, durante o período de produção, principalmente o fósforo e ter baixos níveis de nitrogênio e potássio, para permitir que a muda atinja o estágio de folhas cotiledonares (Minami, 1995). Segundo Graziano *et al.* (1995) não é recomendável o uso de substratos excessivamente ricos em nutrientes, uma vez que os sais solúveis podem prejudicar o crescimento das plantas. Uma alternativa para solucionar os problemas de ordem nutricional é a aplicação regular de nutrientes através da fertirrigação após a germinação (Carlson & Rowley, 1980). Para a fertirrigação, a solução nutritiva deve estar ajustada às necessidades da cultura em cada uma das fases de desenvolvimento e o manejo da água deve ser realizado de forma a evitar variações bruscas do potencial osmótico do substrato, especialmente nos períodos de forte demanda evaporativa da atmosfera (Andriolo *et al.*, 1997)

Os substratos devem apresentar pH e condutividade elétrica dentro dos níveis aceitáveis, pois deficiências nutricionais podem ocorrer quando a faixa adequada de pH não é obedecida. Segundo Ingram *et al.* (1990) a interpretação dos níveis de pH em substrato é a seguinte: baixo: pH menor que 5,0; aceitável: pH entre 5,0 a 5,5; ótimo: pH de 5,5 a 5,8; alto: pH 5,8 a 6,5 e muito alto, pH acima de 6,5.

Segundo Wilson (1983) as altas concentrações de sais resultam em baixa disponibilidade de água às plantas, o que leva ao ressecamento e morte das mesmas. Além disso, o aumento na salinidade da água do substrato provoca uma redução na intensidade da força de emergência exercida pela plântula (Benjamin, 1990). Bunt (1976) recomenda para se reduzir os efeitos negativos da salinidade sobre as plantas, manter o substrato sempre úmido e, quando a salinidade do composto se elevar, manter água corrente sobre a mistura para aumentar a lixiviação do excesso de sais. Segundo Hanlon *et al.* (1993), a interpretação da condutibilidade elétrica para substratos é considerada a seguinte: baixa: CE < 0,8 mS/cm ; aceitável: CE entre 0,8 a 2,0; ótima 2,0 a 3,5; alta 3,5 a 5,0 muito alta >5,0 mS/cm. Segundo

Ingram (1990) a CE é considerada : baixa < 0,7; aceitável entre 0,7 a 1,0; ótima 0,7 a 1,0; alta 1,0 a 1,5; muito alta > 3,0 mS/cm. Segundo Warnck (1988) a CE é considerada : baixa < 0,75; aceitável entre 0,75 a 2,0; ótima 2,0 a 3,5; alta 3,5 a 5,0; muito alta > 5,0 mS/cm.

Os substratos devem ter baixa salinidade, elevada capacidade tampão para manter o pH constante. Handreck (1993) encontrou valores de 5,5; 5,7 e 3,6 para o pH e 0,8; 1,9 e 1,3 mS/cm de CE para o pó de coco da Malásia, do Sri Lankan e turfa de Sakhalin, respectivamente. Meerow (1994) encontrou valores de 5,6; 5,6 e 4,9 para o pH e 3,1; 2,4 e 2,6 mS/cm de CE no o pó de coco, turfa de ciperáceas e turfa de esfagno. Roe *et al.*, (1997) encontraram valores que variaram de 5,9 a 7,7 para o pH e 3,5 a 8,21 mS/cm de CE em diversos compostos. Souza *et al.*, (1995) encontraram valores de 7,2; 5,5; 5,4 e 5,2 para pH em casca de arroz carbonizada, mistura comercial 1, mistura comercial 2 e mistura de casca de amendoim : vermiculita : pó de xaxim (1:1:1).

Os substratos devem apresentar uma relação C/N aceitável, com taxa de decomposição de forma que o nitrogênio não seja problema. Segundo Wilson (1983) muitos produtores têm problemas quando se cultiva em substrato à base de casca de árvores por causa da deficiência de nitrogênio devido a alta relação C/N.

## 2.4. Composição de substratos

Uma vez que as condições de cultivo ideais de um substrato depende do tipo de exigência das espécies cultivadas, dificilmente se encontra um material que por si só supra todas as condições para o crescimento das plantas (Grolli, 1991). Além do que, os materiais utilizados podem apresentar características muito diversas (Bordas *et al.*, 1988). Como é praticamente impossível encontrar todas as características ideais em um só material, tenta-se obter um material sintetizado a partir da mistura de dois ou mais componentes, com o máximo de características ideais possíveis. O manuseio e utilização da mistura requer cuidados especiais (Bunt, 1976).

Segundo Minami (1995) para a formulação de uma mistura é necessário se levar em conta alguns princípios:

No caso de se usar areia como um dos componentes, não se deve ultrapassar 50% do volume;

A mistura não deve conter mais de 17% do volume em argila. Esta recomendação é válida para casos em que se usa materiais muito finos;

A vermiculita não deve ultrapassar 50% do volume;

É indispensável que entre um componente orgânico no mínimo 1/3 do volume da mistura deve ser derivada de húmus de alta qualidade.

Gomes *et al.*, citado por Aguiar *et al.* (1989), estudaram a viabilidade de diferentes substratos e suas misturas na produção de mudas de *E. grandis*. A semeadura foi realizada em bandejas de isopor e tubetes plásticos, onde comprovou-se que misturas de diferentes substratos são mais viáveis para a produção desta espécie, quando comparados à substratos isolados, tanto no que se refere à qualidade das mudas obtidas como ao custo dos fatores de produção empregados na obtenção da mesma.

É de fundamental importância ter-se em mente que um substrato/combinção deve atender parâmetros específicos relativo às propriedades físicas, químicas e econômicas.

O substrato empregado na Acesita Energética S.A. é constituído de 75% de vermiculita e 25% de terriço (turfa), na Copene Energética S.A. o substrato é composto de uma mistura de 77,33 % de vermiculita, 19,33% de serragem de madeira e 3,33% de terra de subsolo, a Ripasa Florestal utiliza como substrato um composto orgânico à base de casca de eucalipto semi decomposta, o substrato utilizado pela Champion Papel e Celulose Ltda. é constituído de 50% de terra turfosa, 30 % de palha de arroz carbonizada e 20% de composto de casca de eucalipto (Moro *et al.*, citados por Aguiar (1989); Fagundes e Fialho, (1987) Henriques (1987) e Gonçalves (1987)).

Andriolo *et al.* (1998) avaliaram o húmus proveniente da minhocultura, um substrato comercial (Plantmax Folhosa) no estado de novo e na sua primeira reutilização e a casca de arroz, na produção de mudas de *E. grandes* por semeadura direta em tubetes e em bandejas de isopor. Araújo *et al.* (1998) pesquisaram substratos constituídos de casca de pinos, vermiculita, turfa e formulação NPK e micronutrientes e substratos constituídos de musgo, turfa, calcário dolomítico e gesso na produção de mudas de pimentão. Macedo *et al.* (1998) avaliaram o efeito da composição de 14 substratos a base de substrato artificial, húmus, casca de arroz carbonizada e esterco bovino. Gomes *et al.* citado por Aguiar (1989) estudaram a viabilidade do uso de vermiculita de granulometria fina, a moinha de carvão vegetal, o composto orgânico, a turfa, a terra de subsolo e o esterco.

A utilização de resíduos orgânicos na composição de substratos, representa uma alternativa para a reciclagem e emprego de subprodutos da agroindústria. Vários resíduos orgânicos são utilizados na composição de substratos, tais como: turfa e serragem (Fagundes & Fialho, 1987), moinha de carvão vegetal, composto orgânico e palha de arroz carbonizada (Moro *et al.* e Gomes *et al.* citados por Aguiar 1989), composto orgânico à base casca de eucalipto semi decomposto (Gonçalves, 1987), pó de lixadeira (resíduo da fabricação de chapas de partículas) e serragem de madeira de pinos (Bertoloti *et al.*, 1980), torta de filtro e bagacilho de cana (Casarim *et al.*, 1989 e Mello *et al.*, 1969), casca de árvore (Klett & Gartner, 1975), composto de casca de pinos (Ventanovetz & Peterson, 1982, Minami, 1986), composto de lixo e bagaço de cana (Conover, 1967), casca de arroz carbonizada, e maravalha (Belle, 1990 e Bunt, 1973).

## **2.5. Principais componentes**

### **2.5.1. Componentes Orgânicos**

#### **Composto Orgânicos**

Os efeitos de compostos sobre a produção das culturas podem variar de acordo com a fonte, com os métodos de produção do composto, com o armazenamento e com as taxas de uso. Para assegurar a integração benéfica do composto no sistema de produção das culturas são necessárias investigações para determinar os efeitos de outras fontes adicionais de compostos, taxa de aplicações ótimas e as combinações de compostos e interações com fertilizantes inorgânicos (Roe, 1997). Substancias fitotóxicas produzidas durante o processo de compostagem podem não se degradarem antes do uso do composto (Chen & Imbar, 1993).

#### **Turfa**

A turfa é um dos componentes mais comuns nas composições de substratos; podendo ser bastante variável. As turfás são classificadas de acordo com seu estado de decomposição e distribuição de tamanho de partículas, e também, de maneira geral, em três categorias: turfa de esfagno ou turfa leve (a maior parte das turfás da Europa estão nesta categoria), turfa de

ciperáceas (que tem coloração mais escura e é mais fina) e húmus de turfa (que é ainda mais escuro e mais fino). As turfas de esfagno possuem uma maior porosidade total. A turfa leve e grosseira tem uma menor capacidade de retenção de água do que a turfa leve e fina, as da Inglaterra, Escócia e Irlanda tendem a ser semelhantes, com pH variando de 3,8 a 4,5. As da Finlândia e da Rússia são mais jovens, menos decompostas e mais ácidas (pH 3,2 a 4,2), essas turfas podem se degradar mais rapidamente durante o uso. As turfas de ciperáceas vão de marrons ou marrom-avermelhadas a pretas, dependendo do estágio de decomposição. Essas turfas tem uma capacidade de retenção de água mais alta do que a turfa leve, com uma subsequente aeração baixa e um pH de 4,5 a 7,0. A turfa Australiana e da Flórida são deste tipo. O húmus de turfa é uma substância derivada dos dois tipos de turfa acima num estágio avançado de decomposição. O húmus é de cor marrom escuro a preto e apresenta uma menor aeração (Reid, 1997).

### **Casca de pinheiro**

A casca de coníferas é preferível em relação às cascas de madeira duras por que ela resiste à decomposição e contém menos ácidos orgânicos lixiviáveis do que outras madeiras (Ingram *et al.*, 1993). Nos países europeus e, principalmente nos Estados Unidos, as cascas de pinheiros são muito utilizadas para confecção de misturas artificiais destinadas ao uso como substrato. O material é curado e moído, apresentando-se na forma de fragmentos de tamanho variáveis, desde 1 cm até pó, composto de celulose e outros carboidratos similares. Por ser praticamente uma matéria orgânica, a sua decomposição vai ocorrendo à medida em que é usada (Gonçalves, 1995).

### **Esterco de animais**

O esterco de animais foi muito usado por alguns cultivadores em misturas para recipientes no passado. Embora os estercos contenham a maior parte dos nutrientes essenciais para o crescimento da planta, a concentração do elemento varia consideravelmente com o animal, com o material utilizado na formação da cama, com o tipo de armazenamento e com a idade do esterco. Estercos úmidos são pesados, o que os tornam caros para transportar a longa distâncias, desta maneira, eles são usualmente limitados a aplicações locais. Alguns

problemas na utilização do esterco de animais incluem danos devido a sais solúveis a partir de alta concentração de nutrientes, danos de amônio à raiz e às folhagens, sementes de erva daninha, insetos, patógenos e nematoides contidos em esterco não pasteurizados ou não fumigados. Por esta razão, a popularidade de esterco animal em substratos declinou grandemente após a metade deste século (Ingram *et al.*, 1993 e Reid, 1997).

### **Pó de serra, cavaco e maravalha**

O pó de serra, o cavaco e pedaços de madeira constituem uma categoria ampla de partículas de madeira geradas pelas serrarias e outras indústrias de processamento de madeira, freqüentemente envolvendo uma ampla categoria de tamanho de partículas de várias espécies de árvores. As partículas de madeira são geralmente menos desejáveis do que a casca, porque a madeira tem uma razão C/N muito maior, cerca de 1:1000 comparada a 1:300 para a casca. A adição de aproximadamente 10 a 15 kg de nitrogênio por tonelada de pó de serra fresco ou outras partículas de madeira relativamente finas, irá suprir suficiente nitrogênio durante a produção da planta. O pó de serra das espécies de madeira dura imobiliza o nitrogênio e se decompõe cerca de 3 a 4 vezes mais rápido do que o pó de serra de madeiras macias (coníferas) (Ingram *et al.*, 1993).

### **Lixo urbano compostado**

O lixo urbano consiste primariamente de vidros, papeis, metais, plásticos, madeiras e borrachas. Esses materiais são levados usualmente para aterros sanitários. As operações de compostagem envolvem a remoção de metais, papeis e vidros, para a moagem do lixo de partículas finas que podem ser misturados com cavacos e outros agentes volumosos e compostados. A compostagem é feita formando-se pilhas com misturas de materiais, que são reviradas várias vezes por um período de um mês ou mais. (Ingram *et al.*, 1993; Backes & Kampf, 1991).

### **Casca de amendoim**

A casca de amendoim foi usada, no passado, por alguns produtores de plantas

cultivadas em vasos, como um aditivo, primariamente para misturas baseadas em solos minerais. As cascas têm uma estrutura fibrosa considerável que irá inicialmente prover os poros grandes adicionais. A estrutura fibrosa da casca é de vida curta em misturas, devido a rápida decomposição na presença de fertilizantes e água (Ingram *et al.*, 1993).

### **Bagaço de Cana**

O bagaço é um subproduto fibroso da industria da cana de açúcar. Embora o bagaço possa inicialmente fornecer espaços porosos adicionais na mistura, ele tende a se degradar rapidamente com a adição de fertilizantes e água. Durante o processo de decomposição o substrato irá encolher e grande parte do volume de poros grandes será perdido. Se o bagaço for considerado como um aditivo, tem que ser restrito a pequenos recipientes e culturas de curto prazo que irá amadurecer antes que a qualidade fibrosa do bagaço seja perdida (Ingram *et al.*, 1993).

## **2.5.2. Componentes inorgânicos**

### **Perlita**

É um mineral alumino-silicatado, de poros fechados expandidos, branco, leve, de origem vulcânica que tem sido grandemente utilizado na industria hortícola como componente em misturas com a turfa (peat-lite). O mineral é aquecido em aproximadamente 982° C o que provoca a sua expansão. A perlita tem sido bem recebida pela industria hortícola desde a década de 50 quando se tornou um aditivo popular para substratos compostos de solos minerais e de turfa (Ingram *et al.*, 1993).

### **Vermiculita**

Vermiculita é um mineral semelhante à mica, a qual quando aquecida acima de 760° C expande para uma estrutura de flocos abertos promovendo espaços para água e ar. A vermiculita tem sido usada grandemente como uma mistura de envasamento desde que a mistura “peat-lite” foi introduzida na década de 60. O tamanho de partículas da vermiculita é



determinado pelo tamanho de partículas do mineral antes do aquecimento. Devido a alta faixa de tamanho de poros da vermiculita processada, ela retém uma considerável umidade ao ser irrigada. O pH da vermiculita usada na horticultura está na faixa de 6,0 a 8,9. A vermiculita tem também uma boa capacidade de tamponamento e de troca de cátions. Um dos seus maiores defeitos é a baixa estabilidade física após ser umedecida. As partículas que tenham sido misturadas, umedecidas e comprimidas não recuperam a estrutura porosa original. Existem vários tamanhos de vermiculita usadas pelos horticultores, onde cada fabricante apresenta seu próprio sistema de gradação. A mais fina é geralmente usada em misturas formuladas para pequenos vasos e bandejas, enquanto a mais grosseira é usada normalmente em misturas formuladas para recipientes maiores (Ingram *et al.*, 1993 e Gonçalves, 1995).

Outros materiais inorgânicos também são utilizados na formulação de substratos de recipientes. Tais como: gel hidrófilo, lã de pedra e argilas calcinadas (Ingram *et al.*, 1993).

## **Pó de coco**

Pó de coco é o nome dado ao resíduo do material fibroso, que constitui o mesocarpo espesso (a camada que circunda a semente) do fruto do coqueiro (*Cocos nucifera L.*). As fibras longas são extraídas a partir da casca do coco e usadas na fabricação de escovas, assentos de automóveis, estofamento de colchões, filtros de cano de drenagem, cordões, tapetes, e dezenas de outros produtos. (Balick & Beck, 1990). Tradicionalmente as fibras curtas e o pó resultante têm-se acumulado em grandes pilhas em local de despejo fora das fábricas que processam as cascas, como um produto residual para o qual nenhum uso industrial foi descoberto. O Sri Lanka que processa anualmente 2,5 bilhões de frutos de coqueiro tornou-se o maior produtor (Meerow, 1994).

O pó de coco tem cor marrom escura ou marrom clara e consiste primariamente de lignina e celulose com tamanho de partículas entre 0,2 a 2 mm (75 a 90 %), sendo um material homogêneo (Cresswell, 1992).

Os altos teores de lignina e celulose dificultam a decomposição deste material, razão pela qual existem montes empilhados em Sri Lanka com mais de um século de existência. É esta mesma característica que impede a oxidação e o resultante encolhimento do pó de coco quando é usado como um substrato comparado a outros materiais orgânicos (Meerow 1994)

Nas décadas de 1970 e 1980, os testes iniciais na Austrália e na Europa indicaram que o pó de coco poderia funcionar muito bem como substituto da turfa em substratos para cultivo sem solo em recipientes, já que é um recurso renovável e satisfaz as preocupações ambientais por ser um produto natural. Já a turfa utilizada como substrato é colhida de ecossistema de pântanos a taxas consideradas não sustentáveis por alguns ecologistas (Baber, 1993; Barkham, 1993; Buckland, 1993).

Cresswell (1992) comparou o pó de coco às turfas de esfagno e de ciperáceas, concluindo que o mesmo tem uma estabilidade estrutural superior, uma maior habilidade de absorção de água e de drenagem, e capacidade de troca de cátions comparável com as turfas de ambas as origens. Segundo (Meerow 1994) o pó de coco apresenta grande habilidade em reumedecer após ter sido completamente desidratado, sendo necessário um tempo de cerca de 3 horas para descompactar 20 tijolos de pó de coco compactados a uma razão de 9:1. O material se comporta muito bem sob nebulização, e parece favorecer um menor crescimento de algas do que o esfagno (Meerow 1994).

A estrutura particular das fibras de coco e as suas propriedades físicas e químicas torna-o particularmente adequado para ser utilizado como substrato hortícola (Batra, 1993). Na Europa, o uso do pó de coco no cultivo protegido já é largamente aceito como uma nova tecnologia (Vavrina *et al.*, 1996).

O pó de coco tende a apresentar altos teores tanto de Na quanto de K comparando com turfa, no entanto, o Na é facilmente lixiviado do material sob irrigação (Handreck, 1993). Segundo Vavrina *et al.* (1996) o pó de coco é rico em K e Fe, Mn, Zn e Cu. Os altos níveis de K no pó de coco pode na realidade se tornar mais um benefício do que um detrimento ao crescimento de plantas, propiciando uma redução na fertilização com K (Savithri *et al.*, citado por Vavrina *et al.*, 1996). Tem-se observado que o pó de coco pode conter níveis tóxicos de cloretos para muitas plantas, desta maneira é muito importante que a salinidade no material seja monitorada antes de ser processado como um substrato hortícola. O pó de coco por ter um pH mais alto, permite que uma quantidade menor de calcário seja pré-adicionado, embora a adição de dolomita a substratos seja mais importante para a nutrição de Ca e Mg do que para elevação do pH (Meerow 1994). Segundo Handreck (1993) o pó de coco apresenta uma CTC de 21-31 meq/L de modo que ele não retem os cátions ou tampona contra mudança de pH tão bem quanto a turfa. É evidente que as propriedades químicas desse material pode variar grandemente de fonte a fonte (Evans *et al.*, 1996).

Segundo Evans *et al.* (1996) as propriedades químicas do pó de coco variaram significativamente entre as 11 fontes testadas. O pH e condutividade elétrica foram significativamente diferentes e variaram de 5,9 a 6,9, e de 1,2 a 2,8 mS/cm respectivamente. Os níveis de Na, K, P e Cl foram significativamente diferentes e variaram de 23 a 88, 126 a 236, 8 a 33 e 304 a 704 ppm, respectivamente. Já os níveis de B, Cu, Fe, Ni, S, Zn, Mn, Mo foram também diferentes variando entre não detectados até 12,7 ppm. Os níveis de NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> N, Ca e Mg não foram significativamente diferentes e variaram de 0,2 a 1,8; 0,2 a 0,9 e 2,9 a 7,3 e de não detectado a 4,6 ppm, respectivamente.

Cresswell (1992) afirma que durante a decomposição do pó de coco, uma pequena quantidade de N permaneceu indisponível para as plantas, porque o pó de coco tem níveis baixos de N, mais a prática de fertilização, típica em produção, provavelmente compensariam a pequena quantidade de N imobilizado. Segundo Vavrina (1996) alguns estudos têm mostrado que é necessário aumentar a fertilização do nitrogênio para plantas cultivadas em pó de coco para compensar a imobilização do N do meio.

Os padrões de qualidades determinados por Grower Talks (1996) para a utilização do pó de coco, são:

**Fitossanitário:**

Devem ser usados apenas materiais livres de sementes e fitopatógenos. Durante o armazenamento intermediário não pode ocorrer contaminação.

**Químico:**

O pH - H<sub>2</sub>O < 7,0; CE - < 0,5 dS/m, K - < 2,0 mmol/L; Cl - 2,0 mmol/L; Ferro - < 10,0 µmol/L; Mg - < 3,0 µmol/L; Zn - < 3,0 µmol/L; Bo - < 15,0 µmol/L; Cu - < 1,0 µmol/L; Br - < 25,0 µmol/L (Método de extração 1 a 1,5 volume extraído com água).

**Físico:**

Teor de Umidade de 15 a 80 %; teor de matéria orgânica > 90 %; ar a 10 cm de pressão > 10 %.

Os padrões físicos são feitos de acordo com a origem e produção. Para cada cultivo individualmente existe uma faixa determinada para: densidade global, porosidade, água a 10 cm de pressão, ar a 10 cm de pressão e % de encolhimento.

Um dos problemas que pode ocorrer com o pó de coco proveniente da Índia é a contaminação com esterco de animais (com possibilidade de Salmonella), porque o gado

freqüentemente pasta livremente sobre os resíduos. Outro problema é o excesso de salinidade que ocorre quando se utiliza cocos verdes para extrair as fibras, porque estes são previamente encharcados com água salina para facilitar a extração Meerow 1994).

Quando aplicado a solos agrícolas o pó de coco pode melhorar a capacidade de retenção de umidade e aumentar a taxa de infiltração, porosidade total e a condutividade hidráulica do solo (Savithrie Khan; Abad *et al*, citados por Vavrina *et al.*, 1996).

O uso da fibra do coco como um meio de cultivo para o tomateiro tem sido investigado. Teo & Tan (1993) mostraram que uma mistura de fibra de coco e pó de carvão (2:1; v/v) produziu o maior tamanho na planta, o maior número de frutos, peso total de frutos por planta e a maior média de peso e diâmetro por fruto.

Hume (1949) descreveu o excelente crescimento obtido com várias plantas quando o pó de coco ou “*cocopeat*” (turfa de coco), foi usada como substrato. Várias empresas na Holanda têm, de fato, usado o pó de coco em substrato de produção desde o início da década de 80. Os jardins botânicos reais em Kew (Inglaterra) estão utilizando, na maior parte da sua produção de plantas, substrato baseado em pó de coco (Meerow, 1994).

Muitos produtores na Holanda têm trocado seus substratos tradicionais baseados na turfa, por substratos feitos a partir do pó de coco. Tem-se observado um enraizamento mais rápido nos substratos feitos com resíduos da indústria de fibra de coco do Sri Lanka. Os ingleses vêm introduzindo os produtos de pó de coco (Coir) como um substrato, a partir dos últimos oito anos após vários protestos feitos por ambientalistas, na Inglaterra, para proteger os alagados da colheita indiscriminada da turfa. Na Holanda, substratos com pó de coco têm sido usados com maior intensidade há cinco anos e tem se tornado popular em plantas envasadas em cerca de 50 ha e em rosas para corte em cerca de 30 a 60 ha. A produção de rosas ao fim de um ano pode ser de 10 a 15 % mais alta com o pó de coco (Grower Talks, 1996).

A *Euphorbia pulcherrima* 'Freedom' (poinsettia) foi cultivada em substratos com 20:0:80, 40:0:60, 60:0:40, 80:0:20, 0:20:80, 0:40:60, 0:60:40 e 0:80:20 [volume/volume (v/v) pó de coco: turfa de esfagno: perlita]. Os dias até a ântese não diferiram significativamente entre os substratos. As alturas foram maiores para as plantas produzidas em 80 % de pó de coco quando comparada a 80 % de turfa. De uma maneira geral as plantas cultivadas em substrato com pó de coco foram mais altas do que as cultivadas com substrato baseado em turfa. Plantas cultivadas em 60 % de pó de coco tiveram um maior número de ramos laterais,

um aumento de peso fresco da parte aérea e a área de brácteas aumentada quando comparadas a plantas cultivadas com 60 % de turfa. Além disso, as plantas cultivadas em substratos baseados em pó de coco tiveram um maior peso fresco das partes aéreas quando comparadas as plantas cultivadas em substratos baseados em turfa. As plantas de Lírio (*Lilium longiflorum* “Nelli White”) foram cultivadas em substratos 40:0:20:40, 0:40:20:40, 0:57:14:28, 0:73:9:18 (v/v turfa de esfagno: pó de coco: solo franco: perlita). A medida que a proporção de pó de coco misturado aumentou, a altura, o peso fresco da parte aérea e das raízes, aumentaram. O número de nós até as flores, os dias de florescimento e o número de flores não foram significativamente afetados pelos substratos.(Evans *et al.* 1996)

Cresswell (1992) comparou o pó de coco tanto com a turfa de esfagno como com a de ciperáceas como substrato de crescimento para plântulas de brócolis, tomateiro e alface. Ele registrou uma germinação mais precoce e maiores tamanho e uniformidade das plantas germinadas e cultivadas em pó de coco. Handreck (1993) testou o crescimento de Petúnia "Celebrity Salmon" em mistura de 5,6:1 (v/v) de pó de coco da Malásia, do Sri Lanka ou turfa de esfagno de Sakhalin (Rússia) e areia. Ele observou crescimentos semelhantes quando todas as três misturas foram ajustadas a um pH 6 e as necessidades nutricionais foram supridas, mas o comportamento foi variável com as mudanças do regime nutricional. Ele concluiu que as plantas em substratos baseados em pó de coco requerem mais Ca, S, Cu e Fe e menos K do que aquelas cultivadas em turfa. Ele também observou uma maior imobilização do N solúvel com o pó de coco do que com a turfa.

Segundo Meerow (1995) experimentos em Whittle College na Inglaterra com diversas plantas ornamentais lenhosas cultivadas em várias misturas de pó de coco e compostos de cascas de árvores indicaram que o desempenho do pó de coco foi comparável a turfa de esfagno.

Meerow (1994, 1995) testou a eficiência do pó de coco como um substituto da turfa de esfagno e de ciperáceas em experimentos com plantas de ixora, antúrio, palmeiras ornamentais e pentas, cultivadas em recipientes. As pentas, ixora e palmeiras todas cresceram muito melhor na mistura com pó de coco do que na turfa de ciperáceas. Os antúrios cresceram quase tão bem na mistura com a turfa de ciperáceas como no pó de coco. As pentas, palmeiras e o antúrio cresceram tão bem no meio com pó de coco quanto no meio com a turfa de esfagno. Apenas o antúrio mostrou um crescimento da parte aérea um pouco melhor na mistura com turfa de esfagno, um fato que foi atribuído à retenção do nitrogênio no pó de

coco. Os substratos baseados em pó de coco mostraram uma menor mudança na percentagem de espaço de ar e capacidade de retenção de água ao longo do tempo. Nenhuma evidência de toxicidade de Cl e de Na foi observado nas plantas cultivadas no substrato baseado no pó de coco, e medições de condutividade indicaram baixo níveis de sais totais dissolvidos.

As sementes plantadas numa mistura de 1:1 (v/v) de pó de coco e perlita pareceram desenvolver sistemas radiculares maiores do que aquelas germinadas em 1:1 esfagno e perlita (Meerow, 1994)

A utilização do pó de coco como substrato, pode-se tornar uma prática importante, pois além de dar destino ao resíduo, é uma opção econômica para composição de substratos.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram formulados 17 substratos, com componentes isolados e em combinações volumétricas de pó de coco, composto orgânico, Plantmax (hortaliças), turfa canadense e vermiculita, nas seguintes proporções:

- |                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1 - Plantmax (Pmax) - 100 %;      | 10 - PC + Cp - (1:1);        |
| 2 - Pó de coco (PC) - 100 %;      | 11 - PC + Cp - (2:1);        |
| 3 -Composto orgânico (Cp) -100 %; | 12 - PC + Cp + V - (1:1:1);  |
| 4 - Vermiculita (V) - 100 %;      | 13 - PC + Cp + V - (2:1:1);  |
| 5 - PC + Pmax - (1:1);            | 14 - PC + Cp + V - (2:2:1);  |
| 6 - PC + Pmax - (2:1);            | 15 - PC + Cp + V - (3:1:1);  |
| 7 - PC + V - (1:1);               | 16 - PC + Cp + V - (3:2:1);  |
| 8 - PC + V - (2:1);               | 17 - Turfa (Tr) + V - (1:1). |
| 9 - PC + V - (3:1);               |                              |

Foram adotados como testemunhas o Pmax- 100 %, por ser um substrato comercial utilizado em todo o Brasil, e a Tr+V (1:1), por ser uma composição utilizada mundialmente, quando empregados nos experimentos.

A vermiculita empregada no primeiro experimento foi a de granulometria fina da Minebra, no restante foi utilizado a vermiculita de granulometria média da Minebra e da Eucatex. O composto orgânico foi produzido em processo aberto, onde foram amontoados em leiras cavaco de madeira, serragem, capim picado e esterco bovino nas proporções 2:2:1:2. As leiras foram revolvidas a intervalos de 4 a 7 dias para promover a mistura e aeração do meio. Esse processo incluiu uma fase termófila, cuja temperatura situou-se na faixa de 60°C, e uma

fase de maturação, perfazendo um total de 4 meses para o término do processo de compostagem. O pó de coco foi obtido na fábrica de beneficiamento da casca do coco em Igaracú, a pilha de onde foi retirado o material tinha de 5 a 8 anos de empilhamento. A turfa foi de esfagno canadense da marca Sunshine do tipo Premier Mix 6 com adição de calcário dolomítico, gesso e agentes molhantes, e o Plantmax (hortaliça) é um substrato comercial da Eucatex formulado para hortaliças, e segundo o fabricante é um produto elaborado com vermiculita expandida, material orgânico de origem vegetal e isento de pragas microorganismos e sementes de plantas daninhas.

Foram realizadas determinações físico-químicas, objetivando caracterizar os substratos. Também foram realizados bioensaios com o objetivo principal de comparar o desenvolvimento das mudas, submetidas a diferentes composições de substratos, sendo feitas verificações da eficiência do pó de coco, como substrato isolado ou em combinações. As espécies selecionadas para os bioensaios foram aquelas que necessitam de uma fase de produção de mudas para o seu perfeito desenvolvimento, espécies de aceitação comercial e cultivares adaptadas as condições edafo-climáticas da região.

### 3.1 Caracterizações Físicas dos Substratos

- **Distribuição do tamanho de partículas**

Foi obtida por pesagem após peneiramento dos substratos secos ao ar, em peneiras de 4,76; 2,0; 1,0; 0,5; 0,25 mm de abertura, transformado em %.

- **Densidade das Partículas (dp)**

A dp foi calculada pela expressão  $dp = \frac{PSS}{PSS - [(Pb+a+s) - (Pb+a)]}$ , onde PSS representa 10 g do substrato seco em estufa, Pb+a representa o peso do balão volumétrico (200 ml) + água até o aferimento e o Pb+a+s representa o peso do mesmo balão + água também até o aferimento + substrato (PSS). Pesou-se o balão com água até o aferimento (Pb+a), eliminou-se esta água e pesou-se no mesmo balão 10 g de substrato, adicionou-se água e colocou-se em chapa de aquecimento por 10 minutos,



com a finalidade de se eliminar todo o ar aprisionado nos pequenos poros. Após atingir a temperatura ambiente adicionou-se água até o aferimento e pesou-se ( $P_{b+a+s}$ ).

A determinação dos parâmetros de retenção de água e ar nos substratos foi realizada por dois métodos descritos a seguir:

## **I – Método do Recipiente.**

Os substratos foram analisados fisicamente, determinando-se: capacidade de aeração (CA), capacidade de recipiente (CR) na base de massa-  $\theta_m$  (CR) e na base de volume -  $\theta_v$  (CR), densidade global (dg), porosidade total teórica (PTt) e porosidade total efetiva (PTe).

Para as determinações da CA, CR na base de massa e de volume, dg e as PTs foram utilizados copos plásticos com capacidade de 200 cm<sup>3</sup> de volume e de 8 cm de altura, com três repetições para cada substrato. Os copos foram preenchidos com substratos adicionando-se água lentamente com a finalidade de se obter a máxima saturação possível. Após a saturação por um período de 24 horas, foram feitos drenos nos copos e colocados para drenar livremente por um período de 12 horas, certificando de ter cessado totalmente o fluxo d'água.

- **Capacidade de Aeração (CA)**

Com a saturação completa dos substratos, todos os poros são preenchidos com água. O volume de água que drena livremente corresponde aos macroporos. Este volume dividido pelo volume total do recipiente, corresponde a CA, dada em %.

- **Densidade global (dg)**

A dg foi obtida pela divisão do peso do substrato seco em estufa (PSS) pelo volume total do recipiente.

- **Capacidade de Recipiente na base de massa-  $\theta_m$  (CR)**

A  $\theta_m$  (CR) foi determinado pela fórmula:

$$\theta_m \text{ (CR)} = [ (\text{PSU}-\text{PSS})/\text{PSS} \times 100 ]$$

sendo: PSU o peso do substrato úmido após cessada a drenagem,

PSS o peso do substrato seco em estufa.

- **Capacidade de Recipiente na base de volume  $\theta_v$  (CR)**

A  $\theta_v$  (CR) foi determinado pela fórmula:

$$\theta_v \text{ (CR)} = \theta_m \text{ (CR)} \times d_g$$

- **Porosidade Total Efetiva (P<sub>Te</sub>)**

A P<sub>Te</sub> foi determinada pela soma do volume de água que ocupava os macroporos, e drenada livremente após a saturação (CA), mais o volume de água retido na capacidade de recipiente dividido pelo volume total da amostra.

- **Porosidade Total Teórica (P<sub>Tt</sub>)**

A P<sub>Tt</sub> é obtida pela expressão:

$$P_{Tt} = 1 - d_g/d_p.$$

Os resultados destes itens foram analisados pela variância, sendo examinado pelo teste F ao nível de 1% e 5% de probabilidade. Em todos os casos que as variações dos substratos foram significativas ao nível de 5%, foi procedida a comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O esquema das análises encontram-se no anexo 8.1

## II. – Método da Curva Característica

### • Determinação da Curva Característica de Umidade dos Substratos

A determinação das curvas características foi realizada de acordo com a metodologia empregada no laboratório de Física do Solo da UFRPE, descrita por Bunt (1976).

Os substratos foram acondicionados em anéis de PVC com  $53,09 \text{ cm}^3$ , na placa porosa de Funis de Buckner, em seguida foi adicionado água até a saturação por um período de 24 horas. Após esta fase, o excesso de água foi removido e ajustou-se a pipeta nivelando o menisco com o nível de tensão 0 cm marcado no suporte. As partes superiores do funil e da pipeta foram cobertos com papel alumínio para evitar perdas por evaporação.

Os substratos úmidos foram submetidos por meio de colunas pendentes de água às tensões de 10, 50 e 100 cm, onde foram determinados o volume de ar (VA) presente na amostra, o volume de água facilmente disponível (AFD) e a capacidade de tamponamento de água (CTA) que corresponderam às tensões aplicadas respectivamente. Estas variáveis são expressas em %, que é dada dividindo o volume de água obtido pelo volume do anel.

A água disponível (AD) é a soma da AFD com a CTA, também expressa em %.

A curva característica de umidade ou curva de retenção de umidade, constitui o gráfico que relaciona o potencial matricial com a umidade do meio, o que nos fornecerá as características de retenção de água no substrato.

Foi determinando também a capacidade de recipiente na base de massa -CR ( $\theta_m$ ) (%), a capacidade de recipiente na base de volume -CR ( $\theta_v$ ) (%), a densidade global-  $d_g$  ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )-, a porosidade total teórica- PTt (%), a porosidade total efetiva- PTe (%) e a capacidade de recipiente- CR a 10 cm de tensão.

Após o equilíbrio a uma tensão de 100 cm, foi determinado o peso do substrato úmido e o seco. A  $d_g$  foi obtida pela divisão do substrato seco pelo volume do anel. A PTe foi obtida somando-se o volume de água extraído até 100 cm de sucção, com a água extraída na estufa, dividida pelo volume do anel. A PTt é produto da expressão  $PTt = 1 - (d_g/d_p)$ , onde a  $d_g$  foi obtida da forma citada acima e a  $d_p$  foi obtida conforme a metodologia citada anteriormente. A capacidade de recipiente (CR) a 10 cm de tensão foi obtida somando-se o volume da AFD e CTA com o volume de água extraído na estufa (PSU-PSS), dividida pelo volume do anel.

## 3.2. Caracterizações Químicas dos Substratos

- **Determinações de Ca, Mg, K, Na, Zn, Cu e Mn.**

A extração de Mg, Ca, K, Na, Cu, Zn, e Mn, nos substratos foi feita com DTPA (ácido acético diethilenotriaminopenta) usando uma modificação do método de Warncke (1988). A modificação consistiu em preparar a pasta de saturação com 200 ml de substrato e 50 ml de DTPA a 0,005 M, deixando-se em repouso por uma hora, extraíndo-se à vácuo após o repouso. As concentrações foram obtidas em espectrofotômetro de absorção atômica.

- **Determinação do Fósforo.**

O P foi determinado no extrato da pasta de saturação, descrito acima, pelo método colorimétrico citado por Leite (1984), com algumas adaptações para os substratos. As modificações realizadas foram as seguintes: adicionou-se 1 ml do extrato da pasta de saturação dos substratos 2 - Pó de coco (PC); 6 - PC + Pmax - (2:1); 7 - PC + V - (1:1); 8 - PC + V - (2:1) ; 16 - PC + Cp + V - (3:2:1) e 0,1 ml para os demais substratos, 10 ml da solução ácida de molibdato de amônio diluída e como agente redutor 30 mg de ácido ascórbico. As leituras foram feitas em espectrofotômetro Coleman.

- **Determinação do Nitrogênio**

Para determinação do N total dos substratos seguiu-se a metodologia citada por Camargo (1986) com algumas modificações. A metodologia consistiu em pesar 0,1 g de substrato triturado (passado em peneira de 0,5 mm) em tubo digestor, adicionar 10 ml da mistura digestora (1500 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado + 450g de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 44 ml da solução de CuSO<sub>4</sub>. 5H<sub>2</sub>O à 25% + 20 g de Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>. 5H<sub>2</sub>O) e aquecer em bloco digestor durante 3 horas à temperatura de 350°C. Após o resfriamento, adicionou-se 20 ml de água destilada e transferiu-se para balão de destilação, adicionou-se 40ml de NaOH (40%p/p) e coletou-se 40 ml da amostra em 5 ml de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (2%) com 4 gotas da solução indicadora (verde de bromocresol + vermelho de metila). Determinou-se o N por titulação com uma solução padrão

de 0,01 N de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

### • **Determinação do Carbono**

Foi seguida a metodologia citada por Snyder & Trofynow (1984), que consistiu em pesar 0,022 g substrato triturado passado em peneira de 0,5 mm, colocar em tubo de vidro de 60 ml para digestão orgânica, adicionar 3 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 N e deixar em repouso por uma hora, adicionar 1g de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> e 25 ml da mistura H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Em tubo plástico de 5 ml colocar 2 ml de NaOH 2 N e encaixar na parte superior do tubo de vidro para absorver o CO<sub>2</sub> produzido, levar ao bloco digestor por duas horas a 120°C, deixar em repouso por 24 horas. Transferir o conteúdo do tubo plástico para um becker, adicionar água e titular a solução de NaOH com HCl 0,1 N, anotar a quantidade de ácido gasto no intervalo de pH 8,3 a 3,7. Fazer uma prova em branco para corrigir.

### • **Determinação da Condutividade Elétrica e Potencial Hidrogeniônico**

Para determinação da CE e pH dos substratos foram adotadas duas metodologias, citadas por Ingram *et al.* (1990).

#### **Procedimento de diluição 2:1**

Foi feita uma diluição com 80 ml de água destilada para 40 ml de substrato. Após o repouso de 6 horas, passou-se em papel de filtro para efetuar as determinações.

#### **Método Virginia Tech**

Acondicionou-se os substratos úmidos em recipientes de 200 ml, até completar este volume, adicionou-se água até estes atingirem a capacidade de recipiente, deixou-se em repouso por 12 horas a fim de que o nível dos sais entrasse em equilíbrio com a lâmina de água adicionada. Após este período adicionou-se 50 ml de água destilada na superfície dos recipientes coletando-se o drenado para efetuar as determinações.

### 3.3 Bioensaios

#### 3.3.1- Produção das mudas

Espécies olerícolas

- Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) (I e II)
- Pimentão (*Capsicum annuum* L.)
- Alface (*Lactuca sativa* L.)

Espécie Silvícola

- Eucalipto (*Eucalyptus citriodora*).

#### • Condução dos Bioensaios

As mudas foram cultivadas em bandejas de isopor com 128 células em forma de pirâmide truncada invertida com volume de 147 cm<sup>3</sup>, semeando-se três sementes por célula onde foi feito o desbaste deixando-se uma plântula por célula.

Foi empregado o uso da fertirrigação diária, com solução nutritiva a base de Kristalon (adubo comercial) com a seguinte composição: NPK + Mg + Micro (18+18+18+3) a 200 mg/L. A cada quarto dia, a irrigação era realizada com água pura, com a finalidade de lixiviar o excesso de sais do substrato. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado.

Foram considerados parâmetros específicos, de acordo com as características das culturas analisadas. Os parâmetros encontram-se esquematizados na tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros de análise dos Bioensaios.

Culturas	Ger (%)	VE (%)	Alt (cm)	Ø C (mm)	F n <sup>0</sup>	PFPA (g)	PSPA (g)	PSR (g)
Tomate I	X	X	X	X	-	X	X	-
Pimentão	X	X	X	X	-	X	X	-
Alface	X	X	X	-	X	X	X	-
Eucalipto	X	-	X	X	X	X	X	X
Tomate II.	-	-	X	X	-	X	X	-

Ger- germinação, VE- velocidade de emergência, Alt- altura, Ø C- diâmetro do caule, F- número de folhas, PFPA- peso fresco parte aérea, PSPA- peso seco parte aérea, PSR- peso seco da raiz.

- A porcentagem de germinação foi obtida utilizando-se a fórmula  $\%G = (N_i \times 100) / N_s$ , onde  $N_i$  é o número de sementes germinadas e  $N_s$  é o número de sementes semeadas.

- Para a velocidade de emergência foi utilizada a formula de Maguirre citado por Grasiano *et al.*(1995).  $VE = \sum N_i / D_i$ , onde  $N_i$  é o número de sementes germinadas em  $D_i$  dias após o plantio.

- As avaliações das mudas foram realizadas quando estas apresentaram porte suficiente para o processo de transplante, segundo Filgueiras (1982) para as olerícolas e Casarim (1989) para a silvícola, onde determinou-se:

- A altura das mudas partindo do colo (na altura do substrato) até o ápice da folha mais alta, exceto a altura do alface que foi determinada do colo até a inflexão da folha mais alta;
- O diâmetro do colo das mudas;
- O número de folhas de cada muda, contando-se uma a uma;
- Peso fresco da parte aérea separando-se a parte aérea das raízes e o peso seco da parte aérea e das raízes após permanecerem em estufa à 65° C por um período de 72 horas.

### ◆ Bioensaio 1- Tomateiro I

O experimento com produção de mudas de tomate foi conduzido na casa de vegetação do Departamento de Agronomia- Mestrado de Solos, no período de 06 a 30 de junho de 1997.

Para produção de mudas foi utilizado os 16 primeiros substratos, onde a vermiculita utilizada foi a de granulometria fina da Minebra. A cultivar empregada neste experimento foi a Santa Adélia Super. O desbaste foi realizado 11 dias após o plantio. A unidade experimental foi constituída por oito células enfileiradas no sentido transversal, com cinco repetições.

A porcentagem de germinação foi obtida a partir da ultima avaliação, em 18 de junho de 1997. Para a VE, observou-se o número de sementes emergidas do dia 11 ao dia 18 de junho de 1997. As avaliações das mudas foram realizadas 24 dias após o plantio.

### ◆ Bioensaio 2- Pimentão

O experimento com produção de mudas de pimentão foi conduzido no período de 21 de agosto a 16 de setembro de 1997 no Viveiro Florestal da UFRPE. O plantio a céu aberto foi adotado devido as altas temperaturas observadas na casa de vegetação do Departamento de Agronomia, onde são registradas temperaturas acima de 45° C no verão.

As composições dos substratos utilizados foram as mesmas do bioensaio 1. A única exceção foi a vermiculita, a qual foi trocada a de granulometria fina pela média, já que os resultados do Bioensaio 1 com a primeira, mostraram que os valores de todos os parâmetros foram próximos de zero.

A cultivar empregada neste experimento foi a All Big. O desbaste foi realizado aos 13 dias após o plantio. A unidade experimental foi composta por 6 células, observou-se que os resultados obtidos com as mudas da bordadura eram de tamanho inferiores, portanto foi desconsiderada a bordadura para as análises estatísticas.

A porcentagem de germinação foi obtida a partir da última avaliação em 2 de setembro de 1997. Para a velocidade de emergência (VE), observou-se o número de sementes emergidas nos dias 28 de agosto a 2 de setembro 1997.

As avaliações das mudas foram realizadas aos 26 dias após o plantio.

### ◆ Bioensaio 3- Eucalipto

O experimento com produção de mudas de Eucalipto foi conduzido no Viveiro Florestal da UFRPE, no período de 15 de janeiro a 12 de março de 1998.

Foram utilizados os 17 substratos compostos. O procedimento para o cultivo das mudas foram os mesmos adotados no bioensaio 1. A espécie empregada neste experimento foi a *E. citriodora*. O desbaste foi realizado 15 dias após a semeadura. A unidade experimental foi composta por 6 células com 4 repetições.

A porcentagem de germinação foi obtida 11 dias após a semeadura.

As avaliações das mudas foram realizadas 62 dias após o plantio.



#### ◆ **Bioensaio 4- Alface**

O experimento com produção de mudas de alface foi conduzido no Viveiro Florestal da UFRPE, no período de 12 de novembro a 5 de dezembro de 1997.

As composições dos substratos utilizados no experimento foram: Pmax (100%); PC+Pmax (2:1); PC+Cp (1:1); PC+Cp+V (1:1:1), (2:2:1), (3:2:1) e Tr+V (1:1).

A cultivar empregada neste experimento foi a Verdinha de Vitória. O desbaste foi realizado 12 dias após o plantio. A unidade experimental foi composta por 6 células com 6 repetições.

A porcentagem de germinação foi obtida aos 13 dias após a semeadura. Para a VE, observou-se o número de sementes germinadas do dia 17 ao dia 25 de Novembro 1997.

A avaliação das mudas foi realizada 23 dias após o plantio.

#### ◆ **Bioensaio 5- Tomateiro II**

O objetivo deste experimento foi analisar o efeito da adição de N, P e K nas composições de substratos.

O experimento com produção de mudas de tomate II. foi conduzido no Viveiro Florestal da UFRPE, no período de 30 de janeiro a 20 de fevereiro de 1998.

A composição dos substratos utilizados no experimento foram: PC+Pmax (2:1); PC+Cp (2:1); PC+Cp+V (2:2:1) ; Tr+V (1:1) e Pmax (100%).

A cultivar empregada neste experimento foi a Santa Adélia Super. O desbaste foi realizado 10 dias após o plantio.

O delineamento estatístico empregado foi o inteiramente casualizado, com 5 substratos fertirrigados e não fertirrigados, sendo estes pré-adubados com PG MIX e não pré-adubados, formando um total de 20 tratamentos, com 5 repetições, tendo a unidade experimental composta por 6 células. Na pré-adubação foram empregados 1,3 g/L de substrato, de PG MIX (14+16+18), adubo especial para substrato.

A porcentagem de germinação foi obtida 10 dias após o plantio.

A avaliação das mudas foi realizada 21 dias após a semeadura

Para analisar o efeito dos nutrientes foram feitas determinações de N, P e K nos substratos e na parte aérea das mudas após o encerramento do experimento.

A determinação do N nos substratos e na parte aérea das plantas deste experimento, seguiu a mesma metodologia para a determinação do N nos substratos, mas para a determinação na parte aérea das mudas, utilizou-se uma solução padrão de 0,05 N de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> na titulação.

Após a finalização do experimento foram feitas pastas de saturação com os substratos, pelo método utilizado nas determinações químicas dos substratos, onde foi determinado o P no espectrofotômetro Coleman e o K no espectrofotômetro de absorção atômica.

Para as determinações de P e K, na parte aérea das plantas foi feita a digestão nitroperclórica seguindo a metodologia citada por Malavolta *et al.* (1989) com algumas adaptações. Pesou-se 0,25 g de cada amostra, transferiu-se para tubos digestores, adicionou-se 5 ml de HNO<sub>3</sub> e 1 ml HClO<sub>4</sub>, deixou-se em repouso por 12 horas. Colocou-se os tubos em bloco digestor por uma hora a 100°C e por mais uma hora a 180°C. Após esfriar adicionou-se água, transferiu-se para balão volumétrico de 25 ml e completou-se o volume.

No extrato obtido da forma citada acima foi determinado colorimetricamente o P pelo método molíbido vanadato e o K no espectrofotômetro de absorção atômica.

### 3.3.2. Produção de espécies olerícolas até o ponto de colheita

Espécies olerícolas

- Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)
- Rabanete (*Raphanus sativus* L.)

#### ◆ Experimento com tomateiro

O experimento com tomateiro foi conduzido inicialmente na casa de vegetação do Departamento de Agronomia - Área de Solos, no período de 17 de julho a 4 de agosto de 1997, durante a fase de mudas. As mudas foram conduzidas em bandeja de isopor com 128 células, sendo 16 células para cada substrato, onde foram semeadas 3 sementes por células da cultivar Santa Adélia Super. O desbaste foi realizado 12 dias após o plantio, deixando-se 1 plântula por célula. As mudas selecionadas foram transplantadas para vasos plásticos, com 2,5 litros. Foram empregados neste experimento as cinco composições de substratos que

apresentaram melhores resultados, quanto ao desenvolvimento das mudas, no Bioensaio 1. Estes foram Pmax (100%); PC+Pmax (2:1); PC+Cp (2:1); PC+Cp+V (1:1:1); (2:2:1); (3:2:1). Por ser um produto comercial, o Plantmax foi adotado como testemunha do experimento. Após o transplante o experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da UFRPE, no período de 4 de agosto a 31 de outubro de 1997. Na condução deste experimento, os tomateiros foram tutorados com varas de madeira e fertirrigados com Kristalon, adotando-se o mesmo procedimento mencionado na metodologia do bioensaio 1. As plantas receberam adubação foliar com um produto comercial a base de  $\text{Ca}^{+2}$  a cada vinte dias.

O controle de pragas e doenças foi efetuado sob orientação da Área de Fitossanidade da UFRPE.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com cinco repetições.

Os parâmetros analisados foram: altura da planta, parâmetro anotado semanalmente até o início da frutificação, medindo-se a partir do colo até a folha mais alta; total de frutos produzidos por planta; peso fresco e peso seco da parte aérea após permanecer 72 horas em estufa a  $65^{\circ}\text{C}$  e peso fresco e seco dos frutos. A primeira colheita foi realizada no dia 25 de setembro e as colheitas subsequentes foram realizadas a cada 2 dias onde era determinado o peso fresco do fruto maduro e o seco após a permanência por 120 horas em estufa a  $65^{\circ}\text{C}$ .

#### ◆ Experimento com rabanete

O experimento com rabanete foi conduzido no Viveiro Florestal da UFRPE no período de 19 de setembro a 20 de outubro de 1997, em vasos com 0,8 litros de capacidade. A cultivar empregada foi a Redondo Vermelho Precoce. Os substratos empregados foram os mesmos utilizados no experimento com tomateiro até o ponto de colheita. A fertirrigação foi realizada com o adubo comercial Kristalon, onde o procedimento de aplicação adotado foi o mesmo mencionado no bioensaio 1. As plantas receberam adubação foliar com um produto comercial a base de  $\text{Ca}^{+2}$ .

Foi empregado como delineamento experimental o inteiramente casualizado com cinco repetições.

A porcentagem de germinação foi obtida cinco dias após o plantio. A avaliação das plantas foi realizada quando estas encontravam-se no ponto de colheita, 30 dias após a semeadura, onde foi determinado o peso seco da parte aérea, e o peso seco da raiz (parte

comestível) após 72 horas em estufa a 65° C. Foi determinado também o diâmetro das raízes comerciais.

Em todos os resultados foi feito a análise da variância, sendo examinado pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Em todos os casos que as variações dos substratos foram significativas ao nível de 5%, foi procedida a comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os esquemas das análises encontram-se nos anexos 8.1.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Caracterizações físicas

A distribuição do tamanho das partículas dos substratos encontra-se na tabela 2. Os resultados obtidos para a caracterização física dos substratos em estudo são mostrados, com as respectivas análises da variância, nas tabelas 3 e 4.

**Tabela 2.** Distribuição da porcentagem de tamanho de partículas dos substratos isolados e das composições.

Substratos	Intervalo de tamanho das partículas (mm)					
	> 4,76	4,76-2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	<0,25
	----- % -----					
<b>Pmax (100%)</b>	3,64	20,10	28,33	22,89	14,05	10,41
<b>PC (100%)</b>	3,82	12,40	22,37	29,93	24,35	7,12
<b>Cp (100%)</b>	8,15	38,43	25,65	15,54	7,230	5,00
<b>V (100%)</b>	2,21	60,53	27,97	4,64	2,220	2,10
<b>PC + Pmax (1:1)</b>	4,78	19,46	27,16	22,83	17,01	8,61
<b>PC + Pmax (2:1)</b>	1,56	16,96	26,67	26,05	18,98	9,58
<b>PC + V (1:1)</b>	2,59	36,39	26,30	17,36	11,03	5,13
<b>PC + V (2:1)</b>	2,01	29,57	24,29	20,25	15,91	7,71
<b>PC + V (3:1)</b>	2,35	27,32	27,62	29,37	10,66	1,66
<b>PC + Cp (1:1)</b>	8,49	21,30	26,09	23,09	15,00	6,05
<b>PC + Cp (2:1)</b>	4,97	22,02	25,16	24,23	17,18	6,30
<b>PC+Cp+V(1:1:1)</b>	1,54	35,17	28,07	18,40	9,12	7,23
<b>PC+Cp+V(2:1:1)</b>	3,33	32,03	25,11	22,43	12,75	3,65
<b>PC+Cp+V(2:2:1)</b>	1,56	25,15	27,64	24,15	13,81	7,15
<b>PC+Cp+V(3:1:1)</b>	4,22	28,74	25,13	22,29	12,26	5,97
<b>PC+Cp+V(3:2:1)</b>	2,40	27,09	26,62	23,17	13,12	7,25
<b>Tr + V (1:1)</b>	9,63	43,41	24,30	15,08	4,100	2,15

### ◆ Capacidade de Aeração (CA)

A capacidade de aeração (CA) de um substrato é definida como a porcentagem do volume total que contem ar após a saturação com água e cessada a drenagem livre. Os valores ideais para a capacidade de aeração variam grandemente entre os pesquisadores: Bunt (1976) preconiza valores acima de 10%, enquanto Poole & Warters (1972). aceitam valores entre 5 a 30%. Verdonck *et al* (1983) declara que o crescimento ótimo se dá a valores de CA de 20%. Penningsfeld (1978) concluiu que plantas cultivadas em recipientes requerem uma CA mínima de 15%. Em resumo, a maioria recomenda uma CA entre 5 a 30 % dependendo do tipo de planta, o ambiente, o substrato e o tamanho do recipiente.

De uma maneira geral, os valores de CA dos substratos, obtidos pelo método da saturação e drenagem de um recipiente (Tabela 3), apresentaram resultados próximos, ou abaixo dos valores ótimos citados na literatura. A profundidade do recipiente tem efeito importante na relação entre os volumes de água – ar que preenchem os poros. Esse fator será discutido com mais detalhes no seção da curva característica de umidade.

O PC apresentou uma CA abaixo do ideal (3,3 %) quando comparada com o Cp (17,4%), porque a maior quantidade de partículas (61,44 %) ficou retida até a peneira de 0,5 mm (Tabela 2), dando a ele uma granulometria mais fina, conseqüentemente uma menor macroporosidade.

O substrato que apresentou uma maior CA foi o Cp (Tabela 3), devido principalmente a maior quantidade de partículas retidas até a peneira de 2 mm (46,58%) (Tabela 2), comprovando que ele tem uma granulometria mais grosseira, conseqüentemente uma maior macroporosidade. Justifica-se os substratos PC + Cp (1:1) e o V não apresentarem diferença significativa com relação ao Cp, por que 50% da composição do PC+Cp é o Cp, e o substrato V a maior quantidade de partículas retidas (62,74%), também foi até a peneira de 2 mm (Tabela 2).

Segundo Verdonck *et al.* (1983) deve-se fazer misturas com materiais que apresentem baixo valores de CA com aqueles que apresentem alto valores. Dessa maneira, o PC deve ser misturado a materiais de textura mais grosseira. Os resultados obtidos na misturas formuladas, como o PC+Cp+V (2:2:1) e o PC+Cp+V (3:1:1) foram pouco acima da média esperada (5,0%). As demais formulações apresentaram valores abaixo da média esperada (Tabela 3).

### ◆ Capacidade de Recipiente

A Capacidade de Recipiente (CR) representa a quantidade de água retida por um substrato num recipiente após o mesmo ter sido saturado e drenado livremente por gravidade. Este valor pode ser expresso na base de massa  $\theta_m$  (CR) ou na base de volume  $\theta_v$ (CR).

O substrato que apresentou a maior  $\theta_v$ (CR) foi o PC (Tabela 3), porque este apresenta uma granulometria mais fina (Tabela 2), conseqüentemente uma maior microporosidade apresentando uma grande capacidade de retenção de água.

A soma da CA mais a Capacidade de Recipiente na base de volume representa a porosidade total (efetiva) do substrato. Dessa maneira eles são complementares, o que explica os altos valores da  $\theta_v$ (CR), obtidos por essa metodologia, em função dos baixos valores da CA. Como a capacidade de retenção de água de um substrato está relacionada com o volume relativo de cada tamanho de partícula e com os espaços de poros intra partículas, o substrato que apresentou a maior  $\theta_v$ (CR) foi o PC, que apresentou um percentual grande de partículas pequenas e sua estrutura é constituída de milhões de cerdas que atuam como micro esponjas.

Rodrigues *et al.* (1995) encontraram uma  $\theta_v$ (CR) de 64,8% e 70,3% para um composto com pó de coco e vermiculita, respectivamente. Tillmann *et al* (1994) encontraram uma retenção de água na capacidade de campo de 73,45% para vermiculita e A&L Laboratories (Memphis, Tenn.) (Meerow, 1994) encontrou uma capacidade de retenção de água de 64,5% para o pó de coco, Biase *et al.* (1995) encontraram uma retenção de água na capacidade de campo de 38% para turfa.

### ◆ Densidade Global (dg)

Segundo De Boodt e Verdonck (1974), um substrato ideal teria uma dg de 0,2 a 0,3 g/cm<sup>3</sup>. Os substratos que apresentaram dg dentro desta faixa, foram o PC + Pmax (1:1); Pmax; PC + Cp + V (1:1:1); (2:2:1); (3:2:1) e o PC + Cp (1:1). Como o substrato Cp com uma dg de 0,19 g/cm<sup>3</sup> não diferiu estatisticamente dos substratos que apresentaram dg com até 0,21 g/cm<sup>3</sup>, os substratos PC + Cp + V (2:1:1), o PC + Cp (2:1) e o Cp também podem ser considerados dentro da faixa ideal (Tabela 3).

Rodrigues *et al.* (1995) encontraram uma dg de 0,32 e 0,29 g/cm<sup>3</sup> para um composto com pó de coco e vermiculita respectivamente. Tillmann *et al.* (1994) encontraram uma dg de

0,12 g/cm<sup>3</sup> para a vermiculita e Verdonck *et al* (1983) encontraram valores de 0,08 e 0,11g/cm<sup>3</sup> para a dg de turfa branca e turfa preta respectivamente.

### ◆ Densidade das Partículas (dp)

Como era de se esperar o substrato que apresentou maior dp foi a V por ser um mineral. Todos os demais substratos apresentaram diferença estatística em relação a ele. Nos substratos Tr + V (1:1) e PC + V (1:1) onde a vermiculita fez parte de 50 % da composição, ocorreu uma dp alta não diferindo entre si (Tabela 3).

Os substratos em que a composição era apenas matéria orgânica, como o PC; Pmax; PC + Pmax (1:1) e (2:1); e o PC + Cp (2:1) e (1:1), apresentaram dp mais baixa e não diferiram entre si (Tabela 3).

Existe uma grande dificuldade na obtenção da dp, pois é difícil eliminar a microporosidade intra partículas, e portanto o volume dos poros oclusos também é considerado como volume de sólido, provocando um resultado errado.

Rodrigues *et al.* (1995) encontraram uma dp de 2,14 e 2,86 g/cm<sup>3</sup> para um composto com pó de coco e vermiculita respectivamente. Eles determinaram a dp pelo método do balão volumétrico com álcool e para eliminar o ar aprisionado nos poros pequenos dos substratos orgânicos e da vermiculita, utilizaram aplicação de sucção no picnômetro por bomba a vácuo.

### ◆ Porosidade Total (PT)

#### Porosidade Total Efetiva (P<sub>Te</sub>)

A porosidade total efetiva (P<sub>Te</sub>) refere-se ao volume de poros efetivamente preenchidos de água após a saturação do substrato em condições de uso na prática. O que conferiu ao Cp a mais alta P<sub>Te</sub> entre os substratos foi a menor presença de poros intra partículas que não são preenchidos com água pelas metodologias normais de saturação.

De modo geral, as porosidades das composições apresentaram valores mais baixos que às dos componentes isolados, devido ao preenchimento de macroporos com partículas



menores. Esse fenômeno é mais acentuado quanto maior for a diferença de distribuição de tamanho de partículas entre os componentes individuais.

Os substratos PC + Cp (1:1) e Pmax não apresentaram diferença estatística com relação ao Cp por apresentarem características semelhantes. Como os substratos PC e o PC + Pmax (2:1) apresentaram uma alta capacidade de retenção de água ( $\theta_m$ ), conseqüentemente apresentaram uma alta PTe, e o substrato PC + Cp (2:1) que não apresentou diferença estatística com relação ao Cp, obteve valores intermediários de CA (Tabela 3).

### **Porosidade Total Teórica (PTt)**

A Porosidade total teórica é obtida pela fórmula :  $P = 1 - dg/dp$ . Como esta porosidade está relacionada com a dg e a dp dos substratos, observa-se na Tabela 3 que os substratos V, Tr + V (1:1) e PC + V (1:1) que apresentaram maiores valores de dp, também apresentaram maior PTt. No substrato PC que também apresentou uma PTt alta, observa-se na Tabela 3 que a dp é a mais baixa, mas também a dg é mais baixa entre os substratos.

Os substratos Pmax e PC + Pmax (1:1) apresentaram as menores PTts, estes obtiveram as maiores dgs e uma dp baixa (Tabela 3).

### **◆ Correlação entre PTe e PTt**

A PTe representa o volume de poros que são efetivamente preenchidos por água na saturação. Ao contrário da PTt, na PTe os poros intra partículas que são oclusos, i.e., onde a água não penetra pelos processos normais de saturação e drenagem, a microporosidade intra partículas não é incluída na determinação. Desta maneira, na prática não há uma saturação completa e a PTe apresenta valores menores que a PTt. Quanto maior for a presença de microporos oclusos (intra partículas) como a Vermiculita e o Pó de Coco, maior a diferença entre as porosidades teórica e efetiva.

Rodrigues *et al.* (1995) registraram uma PTt de 85,2 e 90 % para um composto com pó de coco e vermiculita respectivamente, Meerow (1994) citou valores de PT de 79,8 % para o pó de coco, enquanto Handreck (1993) cita valores entre 94 - 96 %, mais próximos aos encontrados neste trabalho. Verdonck *et al.* (1983) encontraram uma PT de 94,6 e 91,9% para

turfa branca e a turfa preta respectivamente, no entanto, Biase *et al.*,(1995) encontraram uma PT de 42,5 % para turfa.

**Tabela 3.** Densidade global (dg), densidade das partículas (dp), capacidade de aeração (CA), porosidade total efetiva (P<sub>Te</sub>), porosidade total teórica (P<sub>Tt</sub>) e capacidade de recipiente na base de volume  $\theta_v$  (CR), dos substratos isolados e das composições.

Substratos	dg	dp	CA	P <sub>Te</sub>	P <sub>Tt</sub>	$\theta_v$ (CR)
	g/cm <sup>3</sup>		----- % -----			
<b>Pmax (100%)</b>	0,27 b	1,86 g h i	7,40 b c d e	81,30 a b	85,23 i	73,9 a b c
<b>PC (100%)</b>	0,11 i	1,74 i	3,33 e	80,74 a b c	93,54 b c	77,4 a
<b>Cp (100%)</b>	0,19 d e	2,03 d e f g	17,4 a	86,05 a	90,68 e f	68,6 c d e
<b>V (100%)</b>	0,12 h i	2,68 a	11,5 a b c	64,78 f	95,61 a	53,3 f
<b>PC + Pmax (1:1)</b>	0,30 a	1,80 h i	5,93 c d e	66,16 e f	83,19 j	56,9 f
<b>PC + Pmax (2:1)</b>	0,17 e f	1,80 h i	10,3 b c d	85,91 a	90,47 f	76,6 a b
<b>PC + V (1:1)</b>	0,13 g h i	2,29 b c	5,55 c d e	70,84 d e f	94,45 a b	65,3 e
<b>PC + V (2:1)</b>	0,15 f g h	2,13 c d	4,81 d e	75,02 b c d e	93,17 c	70,2 c d e
<b>PC + V (3:1)</b>	0,15 f g	2,04 d e f	2,78 e	76,38 b c d	92,70 c d	73,6 a b c
<b>PC + Cp (1:1)</b>	0,21 d	1,90 e f g h i	12,9 a b	78,31 a b c d	89,02 g h	65,3 e
<b>PC + Cp (2:1)</b>	0,19 d e	1,87 f g h i	5,32 d e	78,01 a b c d	89,60 f g h	72,7 a b c
<b>PC+Cp+V(1:1:1)</b>	0,24 c	2,11 d	3,05 e	71,66 c d e f	88,70 h	68,6 c d e
<b>PC+Cp+V(2:1:1)</b>	0,20 d e	1,97 d e f g	5,56 c d e	76,44 b c d	90,10 f g	70,9 b c d e
<b>PC+Cp+V(2:2:1)</b>	0,21 d	2,07 d e	6,19 c d e	75,33 b c d	89,49 f g h	69,1 c d e
<b>PC+Cp+V(3:1:1)</b>	0,17 e f	2,05 d e f	5,92 c d e	75,14 b c d e	91,74 d e	69,2 c d e
<b>PC+Cp+V(3:2:1)</b>	0,21 d	1,98 d e f g	3,55 e	75,18 b c d e	89,54 f g h	71,6 a b c d
<b>Tr + V (1:1)</b>	0,13 g h i	2,42 b	7,63 b c d e	73,62 b c d e f	94,62 a b	66,0 d e
<b>CV</b>	4,71	2,79	28,57	3,95	0,44	2,93
<b>F</b>	111,86**	53,36**	11,63**	11,18**	195,89**	117,72**

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### ◆ Curva Característica dos Substratos

Os valores obtidos para o Volume de Ar (VA), Água Facilmente Disponível (AFD) e Capacidade de Tamponamento de Água (CTA), obtidos pela curva característica de umidade dos diversos substratos à partir da terminologia de De Boodt & Verdonck (1972) encontram-se na tabela 4.

## **Volume de ar (VA)**

O volume de ar (VA) do substrato determinado através da curva característica corresponde ao volume de água que ocupava os macroporos, liberado entre 0 e 10 cm de tensão. Este parâmetro corresponde, aproximadamente, à capacidade de aeração (CA) determinada pelo método do recipiente, cujos resultados já foram discutidos.

Entretanto, como pode ser observado nas Tabelas 3 e 4, os valores encontrados para o VA são bem superiores àqueles da CA. Esses valores maiores são explicados pelas diferentes metodologias usadas nas determinações. Na determinação da CA a altura da coluna de substrato foi de 8 cm, o que provoca uma tensão média de 4 cm no substrato. A tensão aplicada na determinação do VA correspondeu a uma coluna de 10 cm em média, daí a maior remoção de água, e conseqüentemente maior valor para a aeração. Podemos concluir que valores diferentes são encontrados em função da metodologia adotada e esta deve ser sempre mencionada.

Segundo Grower Talks (1996) o padrão de qualidade para o pó de coco determina que o volume de ar a 10 cm de pressão deve ser menor que 10 %. Já Handreck (1983) afirma que um VA entre 15 a 25 % é uma faixa aceitável para a maioria dos substratos. De Boodt e Verdonck (1972) no entanto recomendam valores entre 10 a 30 % para o VA.

O substrato com componente isolado que apresentou o maior VA foi o PC, apesar de apresentar uma granulometria fina. Este fato se deve a presença de um valor razoável de partículas acima de 1,0 mm (37%) e pela deficiência na saturação, pois o substrato Cp que apresentou a granulometria mais grosseira foi o que apresentou o segundo maior VA.

Meerow (1994) encontrou um espaço de ar de 13,7 % para o pó de coco onde a altura da coluna foi de 12,5 cm. Valores de 15,3 % e 10-12 %, foram obtidos pelo Laboratórios A & L (Memphis, Tenn.) e EzSoil Co. (Idabel, Okla.) (Meerow, 1994), respectivamente, para o volume de ar do pó de coco, mas não foi mencionado a metodologia adotada. Tillmann *et al.* (1994) encontrou um espaço de ar na capacidade de campo de 64,05 % para a vermiculita de granulometria média, mas não mencionou a metodologia. Rodrigues *et al.*, (1995) encontraram uma VA de 20,9 % para um composto com pó de coco e 37,9 % para a vermiculita, a metodologia aplicada foi a da curva característica de umidade. Biase *et al.* (1995) encontraram num espaço de ar na capacidade de campo de 4,5 % para a turfa.

Segundo Verdonck *et al* (1983) as características físicas dos substratos de recipiente podem ser modificadas através da mistura de componentes. Como pode ser observado na Tabela 4, quando se misturou os diversos componentes houve uma diminuição dos valores do VA em relação àqueles com valores excessivamente altos (PC e CP), e aumento daqueles com valores baixos (V e Pmax). Como resultado, os valores para as misturas situam-se, na sua grande maioria próximos da faixa de 10 a 30 % indicada por De Boodt & Verdonck (1972).

### **Água Facilmente Disponível (AFD)**

Corresponde ao volume de água que é liberado dos substratos entre 10 e 50 cm de tensão. De Boodt e Verdonck (1972) afirmam que a água facilmente disponível (AFD) deve ficar na faixa de 20 a 30%, e que este volume deverá corresponder entre 75 a 90% da água total disponível, definido, neste caso, como o volume de água liberado entre 10 e 100 cm de sucção.

O substrato isolado Cp apresentou o valor baixo de AFD, devido à maior predominância de partículas grandes e menor porosidade intra partículas. Os valores da AFD para os componentes isolados foram um pouco abaixo da faixa ideal (Tabela 4), no entanto, semelhantemente ao que ocorreu com o VA, só que com sentido inverso, a mistura de substratos provocou um aumento da AFD. Desta maneira, praticamente todas as misturas situaram-se próximas à faixa ideal, à exceção daquela que continham Cp, que ficaram muito abaixo do preconizado.

Rodrigues *et al* (1995) encontraram valores de AFD de 25,9 e 12,7 % para um composto com pó de coco e vermiculita respectivamente. Verdonck *et al* (1983) encontraram valores de AFD de 34,7 e 49,8 % para turfa branca e turfa preta respectivamente.

### **Capacidade de Tamponamento de Água (CTA)**

Esta é considerada a água de reserva, sendo igual à água liberada entre 50 e 100 cm de sucção. Segundo De Boodt e Verdonck (1972) um substrato ideal teria uma CTA entre 4 e 10 %. O substrato de componente isolado que apresentou a maior CTA foi o Pmax (Tabela 4)

Algumas misturas apresentaram valores de CTA maiores do que os valores dos componentes isolados como os PC+Pmax (1:1); (2:1); os PC+Cp (1:1); (3:1) e o PC+V (1:1);

(3:1) e os PC+Cp+V (3:1:1) e (3:2:1). Já os substratos PC+Cp+V (1:1:1); (2:2:1) apresentaram valores inferiores aos dos três componentes isolados.

Estas variações nos resultados onde a composição dos substratos em determinadas situações melhoraram ou não as características físicas comparando com os demais componentes isolados podem ser explicados pelo fato de que a mistura de componentes com granulometria diferentes modifica a distribuição de tamanho de poros. Por outro lado, a deficiência da saturação do substrato pode também ser um fator determinante, pois se o substrato não for suficientemente saturado, ou seja, os poros intra partículas não forem saturados, uma menor quantidade de água será retida pelos substratos e estes apresentarão valores de AFD e CTA abaixo dos verdadeiros.

**Tabela 4.** Volume de ar (VA); água facilmente disponível (AFD), capacidade de tamponamento de água (CTA), água disponível (AD), densidade global (dg), porosidade total teórica (PTt), porosidade total efetiva (PTe), capacidade de recipiente a 10 cm [ $\theta_v$  (10 cm)], dos componentes isolados e das composições através da curva característica.

Substratos	VA	AFD	CTA	AD	dg	PTt	PTe	$\theta_v$ (10cm)
	----- % -----				g/cm <sup>3</sup>	----- % -----		
<b>Pmax (100%)</b>	15,63	17,33	3,20	20,53	0,24	87,10	70,60	55,00
<b>PC (100%)</b>	47,28	13,75	2,26	16,01	0,10	94,00	95,30	48,00
<b>Cp (100%)</b>	42,95	5,270	0,75	6,03	0,26	87,30	75,60	32,60
<b>V (100%)</b>	16,95	14,32	2,64	16,96	0,16	94,00	73,70	56,80
<b>PC+Pmax (1:1)</b>	9,79	22,98	8,66	31,64	0,20	88,80	88,40	78,60
<b>PC+Pmax (2:1)</b>	35,98	16,39	3,96	20,34	0,14	92,30	87,40	57,40
<b>PC+V (1:1)</b>	20,72	19,78	4,33	24,11	0,18	92,20	78,60	57,80
<b>PC+V (2:1)</b>	17,14	26,56	2,64	29,20	0,16	92,40	86,00	68,80
<b>PC+V (3:1)</b>	20,91	19,78	3,77	23,54	0,16	92,40	86,30	65,40
<b>PC+Cp (1:1)</b>	29,01	16,39	11,87	28,25	0,17	90,90	90,10	61,10
<b>PC+Cp (2:1)</b>	33,90	18,08	1,51	19,59	0,12	93,50	90,40	56,50
<b>PC+Cp+V (1:1:1)</b>	37,67	5,840	0,57	6,41	0,18	91,40	74,60	37,00
<b>PC+Cp+V (2:1:1)</b>	37,30	9,980	1,32	11,30	0,15	92,30	79,40	42,10
<b>PC+Cp+V (2:2:1)</b>	39,93	6,970	0,57	7,53	0,15	92,70	77,50	37,60
<b>PC+Cp+V (3:1:1)</b>	29,20	20,91	4,14	25,05	0,17	91,60	86,40	57,20
<b>PC+Cp+V (3:2:1)</b>	29,76	15,45	4,71	20,15	0,20	89,70	80,90	51,20
<b>Tr + V (1:1)</b>	28,07	25,43	6,22	31,64	0,12	94,90	93,90	65,80

Os valores obtidos para PTe pela curva característica foram maiores do que os obtidos no outro método (Tabelas 3 e 4), exceto o Pmax e o Cp. Como esta variável é função da saturação, os valores da PT variam conforme o método, e a determinação através da curva característica obteve uma saturação mais completa.

Para a determinação da PTt leva-se em consideração a dp e a dg dos substratos. Como foram obtidos valores distintos para cada metodologia, a PTt também foi alterada.

A umidade volumétrica do substrato em equilíbrio com uma tensão de 10 cm, corresponde aproximadamente à CR (Tabela 3). No entanto os valores de  $\theta_v$  (10 cm) são menores do que a  $\theta_v$  (CR), devido às diferenças de metodologias usadas.

A determinação da capacidade de recipiente pode ser realizada facilmente por vários métodos, mas é válida, apenas para os recipientes onde foram realizados os testes (Fonteno, 1993). Desta forma o mesmo substrato pode apresentar valores substancialmente diferentes dependendo da geometria do recipiente utilizado. Por este motivo a determinação do VA a da  $\theta_v$  (10 cm), representa uma tentativa de padronizar e conseqüentemente facilitar a comparação entre substratos, submetidos a uma tensão de 10 cm de água. Essa tensão representaria uma altura média dos recipientes mais utilizados.

Entretanto o uso de recipientes rasos, como as bandejas e tubetes para a produção de mudas, provocam uma má drenagem e conseqüentemente baixa capacidade de aeração. Nestes casos, a utilização de 10 cm de tensão, para a determinação da VA, fornece um valor irreal e alto, para o volume de ar presente na CR.

## 4.2. Caracterizações químicas

Os resultados de caracterização química dos substratos encontram-se nas tabelas 5, 7 e 8.

Como pode ser observado na Tabela 5 os resultados obtidos pelos métodos da diluição 2:1 e o da Virginia Tech forneceram valores bem diferentes para a CE. Como era de se esperar, os resultados da CE dos substratos obtidos pelo método da diluição volumétrica 2:1 apresentaram valores inferiores, em função da maior diluição adotada neste método. O pH não apresentou valores muito variados comparando os dois métodos.

O substrato PC + Cp + V (2:2:1) foi o que apresentou a maior CE nos 2 métodos, todos os outros substratos apresentaram diferença estatística com relação a ele (Tabela 5).

Este resultado pode ser explicado pela maior proporção do Cp (CE de 2,61 e 7,38 mS/cm respectivamente), e pela mudança da distribuição de tamanho de poros da mistura, possibilitando uma maior extração dos sais solúveis.

Segundo Ingram *et al* (1990) valores de CE acima de 3mS/cm para o método Virginia Tech são considerados altos. Os substratos compostos com Pmax e Cp isoladamente ou em misturas, apresentaram CEs acima de 3 mS/cm. Quanto maior a porcentagem do pó de coco na composição dos substratos, menor o valor da CE, por que este apresentou uma CE bem baixa (Tabela 5).

**Tabela .5** Condutividade elétrica e potencial hidrogeniônico dos substratos isolados e composições, determinados através do método da diluição 2:1 (CE (2:1) e pH (2:1)) e do Virginia Tech (CE (V T) e pH (V T)).

Substratos	CE (2:1) mS/cm	pH (2:1)	CE (V T) mS/cm	pH (V T)
<b>Pmax (100%)</b>	2,53 b	4,99 f	6,94 c	4,97 g
<b>PC (100%)</b>	0,10 g	6,36 c	0,26 h	5,94 e
<b>Cp (100%)</b>	2,61 b	7,55 a	7,38 c	7,15 a
<b>V (100%)</b>	0,04 g	5,37 e	0,09 h	7,30 a
<b>PC+Pmax (1:1)</b>	1,49 c	5,21 e f	4,22 e	4,95 g
<b>PC+Pmax (2:1)</b>	1,07 c d e	5,30 e	3,00 f	4,95 g
<b>PC + V (1:1)</b>	0,16 f g	5,97 d	0,32 h	6,14 d
<b>PC + V (2:1)</b>	0,17 f g	5,91 d	0,35 h	5,79 e
<b>PC + V (3:1)</b>	0,18 f g	5,39 e	0,36 h	5,62 f
<b>PC + Cp (1:1)</b>	1,30 c d	6,99 b	4,19 e	6,73 b
<b>PC + Cp (2:1)</b>	0,67 e f	6,72 b	3,62 e f	6,48 c
<b>PC+Cp+V (1:1:1)</b>	2,94 b	6,34 c	8,24 b	6,50 c
<b>PC+Cp+V (2:1:1)</b>	1,48 c	6,11 c d	5,28 d	6,18 d
<b>PC+Cp+V (2:2:1)</b>	3,50 a	6,35 c	9,52 a	6,41 c
<b>PC+Cp+V (3:1:1)</b>	1,20 c d	6,14 c d	3,06 f	6,17 d
<b>PC+Cp+V (3:2:1)</b>	2,77 b	6,17 c d	6,89 c	6,43 c
<b>Tr + V (1:1)</b>	0,85 de	5,19 e f	1,95 g	6,14 d
<b>CV</b>	12,48	1,48	6,30	0,85
<b>F</b>	134,06**	187,99**	486,30**	533,97**

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Existe uma variação muito grande na interpretação dos valores de elementos nutrientes em substrato, como pode ser observado os valores na tabela abaixo.

**Tabela 6.** Teor de P; K; Ca e Mg segundo Ingram (1990)- A e Warnke (1988)- B

Elemento	Baixo		Aceitável		Ótimo		Alto		Muito alto	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
P mg/L	< 3	3-5	3-8	6-10	8-12	1-8	12-18	19+	> 18	-
K mg/L	< 10	60-149	12-20	150-249	20-40	250-349	40-80	350+	> 80	-
Ca mg/L	< 10	80-199	10-20	200+	20-40	-	40-100		> 100	-
Mgmg/L	< 10	30-69	10-15	70+	15-20	-	20-60		> 60	-

Comparando os resultados das tabelas 7 e 8 com os resultados de Evans *et al.* (1996) citados na página 27, podemos concluir que o Na e o K ficaram com valores bem abaixo, o P ficou com o valor acima e o Ca e Mg ficaram com valores um pouco acima. Meerow (1994) publicou uma tabela com propriedades químicas de quatro fontes diferentes de pó de coco onde o Mg, Ca, K, P e Na variaram de 4 a 28; 2 a 15; 172 a 720; 6 a 17.e 61 a 114 ppm respectivamente. Como pode ser observado na tabela 7 apenas o K não ficou dentro do intervalo citado por Meerow (1994).

**Tabela 7.** Teores de Mg, Ca, k, P e Na dos substratos isolados e das composições.

Substratos	Mg	Ca	K	Na	P
	-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
<b>Pmax (100%)</b>	109,62	70,50	56,70	5,84	268,82
<b>PC (100%)</b>	5,34	8,96	79,60	12,47	41,21
<b>Cp (100%)</b>	30,51	35,46	373,25	40,22	175,65
<b>V (100%)</b>	3,47	3,58	1,53	2,77	1,44
<b>PC+Pmax (1:1)</b>	44,35	47,98	40,50	7,04	243,09
<b>PC+Pmax (2:1)</b>	58,77	69,37	93,73	13,33	286,65
<b>PC + V (1:1)</b>	8,00	6,56	11,84	2,75	7,31
<b>PC + V (2:1)</b>	4,56	4,83	23,93	7,80	21,24
<b>PC + V (3:1)</b>	5,68	5,19	23,51	8,07	7,36
<b>PC + Cp (1:1)</b>	18,56	19,95	178,70	22,17	290,85
<b>PC + Cp (2:1)</b>	20,10	22,37	178,97	31,54	359,17
<b>PC+Cp+V (1:1:1)</b>	31,57	21,69	100,41	25,36	215,54
<b>PC+Cp+V (2:1:1)</b>	30,82	22,23	140,97	26,44	303,05
<b>PC+Cp+V (2:2:1)</b>	26,72	21,71	92,85	28,01	290,82
<b>PC+Cp+V (3:1:1)</b>	15,21	20,81	54,60	19,47	257,07
<b>PC+Cp+V (3:2:1)</b>	51,97	39,29	193,34	40,31	429,68
<b>Tr + V (1:1)</b>	43,98	52,72	41,11	6,64	145,43



Os resultados de Cu, Zn e Mn também publicado por Meerow (1994) variaram de 0,03 a 0,22; 0,07 a 1,3 e 0,1 a 1,5 ppm, os resultados (Tabela 8) para estes micronutrientes foram muito superiores, podemos concluir que os substratos em estudo são ricos nestes três micronutrientes. Segundo Evans *et al.* (1996) os níveis de B, Cu, Fe, Ni, S, Zn e Mo foram significativamente diferentes para as 11 fontes analisadas e variaram de níveis não detectados até 12,7 ppm.

**Tabela 8.** Teores de Cu, Mn, Zn e da relação C/N dos substratos isolados e das composições.

Substratos	Cu	Mn	Zn	C/N
	-----mg kg <sup>-1</sup> -----			-
<b>Pmax (100%)</b>	5,09	6,59	3,27	34,90
<b>PC (100%)</b>	4,90	15,83	4,08	41,63
<b>Cp (100%)</b>	1,37	44,52	2,98	15,22
<b>V (100%)</b>	1,17	31,95	0,58	-
<b>PC+Pmax (1:1)</b>	4,19	3,19	2,68	43,14
<b>PC+Pmax (2:1)</b>	7,88	0,30	4,87	34,20
<b>PC + V (1:1)</b>	2,27	2,25	1,38	36,04
<b>PC + V (2:1)</b>	3,04	7,95	2,40	48,75
<b>PC + V (3:1)</b>	2,51	5,42	2,63	39,38
<b>PC + Cp (1:1)</b>	1,07	29,90	2,38	15,89
<b>PC + Cp (2:1)</b>	1,50	58,71	3,11	31,20
<b>PC+Cp+V (1:1:1)</b>	1,45	46,10	2,52	18,20
<b>PC+Cp+V (2:1:1)</b>	1,88	61,62	3,05	27,56
<b>PC+Cp+V (2:2:1)</b>	1,72	49,72	3,08	20,88
<b>PC+Cp+V (3:1:1)</b>	1,18	37,62	2,36	18,36
<b>PC+Cp+V (3:2:1)</b>	1,80	86,08	3,10	18,20
<b>Tr + V (1:1)</b>	4,94	52,34	3,05	47,93

De acordo com Carmo *et al.* (1998) compostos considerados maturados apresentam uma relação C/N de aproximadamente 10. A relação C/N do Cp apresentou um valor acima deste (Tabela 8), o que pode indicar que o composto não estava com a maturação completa. No entanto, Roe *et al.* (1997) afirmam que valores de C/N abaixo de 20 são suficientes para impedir a imobilização do N. Dos componentes isolados apenas o Cp ficou com a relação C/N abaixo de 20, e das composições apenas o PC+Cp (1:1), PC+Cp+V (1:1:1), (3:1:1) e (3:2:1) ficaram com valores abaixo de 20. A solução para esta questão segundo Vavrina (1996) é aumentar a fertilização com nitrogênio. Análise realizado por EZ Soil Co.(Idabel, Okla)

(Meerow, 1994) encontrou uma relação C/N de 80 para o pó de coco, a relação C/N do pó de coco da pesquisa foi de 41,63 o que demonstra que ele tem uma maior estabilidade

### **4.3. Bioensaios**

A análise de crescimento pode ser muito útil no estudo do comportamento vegetal sob diferentes condições ambientais (Benincasa, 1988)

Os resultados obtidos dos parâmetros analisados nos experimentos com os bioensaios, encontram-se com as respectivas análises de variância nas Tabelas de 9 a 15.

#### **4.3.1. Produção de mudas**

##### **◆ Bioensaio I (tomateiro 1)**

A emergência do tomateiro ocorreu de uma forma geral no 5º dia após o plantio, encontrando-se a maior velocidade de emergência no substrato PC + Cp + V (1:1:1), que não diferiu significativamente das demais composições e do componente isolado PC, sendo superior estatisticamente aos componentes isolados Pmax, Cp e V (Tabela 9).

A emergência está condicionada ao vigor da semente, que tinha 85% de poder germinativo segundo a informação da embalagem; o contato semente - água do substrato; aeração, para garantir o suprimento de O<sub>2</sub> para a germinação e baixo teor de salinidade (potencial osmótico) no substrato. Os fatores físicos tais como tamanho de partículas e capacidade de retenção de água, podem afetar a emergência e o crescimento da planta (Roe *et al*, 1997). O Cp apresentou uma granulometria grosseira o que pode ter dificultado o contato da semente com o meio, diminuindo a disponibilidade de umidade para a germinação. A Vermiculita utilizada neste experimento foi a de granulometria fina, e sua retenção de água foi muito alta impedindo a difusão do O<sub>2</sub>, prejudicando a germinação.

Em relação à porcentagem de germinação, não houve diferença significativa entre os substratos, exceto com relação ao V (Tabela 9).

O crescimento é avaliado através de variações em tamanho de algum aspecto da planta, e é em função da acumulação de material resultante de fotossíntese. Exceções ocorrem

como por exemplo, o alongamento de caule por alta atividade auxínica, sob condições de ausência de luz (estiolamento) (Benincasa, 1988).

Mudas desenvolvidas no substrato PC + Cp (2:1) apresentaram as maiores alturas, este tratamento também permitiu que ao final do período experimental, as mudas atingissem o maior diâmetro do caule. Para o diâmetro do caule e altura os substratos isolados que apresentaram diferença estatística com relação a ele foram o PC, Pmax e V, e das composições foram o PC + V (1:1), (2:1) e (3:1), para o diâmetro do caule e exceto o PC + V (2:1) para a altura, todos compostos de PC e V. Os dois componentes isolados PC e Pmax quando misturados nas proporções (1:1) e (2:1) não apresentaram diferença estatística com relação ao melhor. A CE do PC é muito baixa, do Pmax é muito alta (Tabela 9), portanto a composição de substratos com estes dois componentes apresentaram CE's intermediárias o que pode ter favorecido o desenvolvimento das mudas. Enquanto que o PC e o V ambos apresentaram CE's baixas, portanto dos substratos compostos com estes dois componentes, apenas a mistura PC + V (2:1) não diferiu estatisticamente do PC + Cp (2:1) com relação a altura. O comportamento deficiente dos substratos que receberam só PC e V em sua composição, para todos os parâmetros analisados, provavelmente devem-se ao baixo teor de nutrientes contidos nestes componentes (Tabela 7 e 8)

O peso da matéria seca é utilizado preferencialmente ao peso de material fresco, por que o teor de água é bastante variável a partir da colheita da planta. Ao serem comparadas as médias dos substratos verificou-se a superioridade da composição PC + Cp + V (1:1:1) para o peso seco da parte aérea, os quatro componentes isolados apresentaram diferença estatística com relação a ele. As composições feitas com PC + V todas diferiram do melhor, e os substratos PC + Cp + V (3:1:1) e (3:2:1) provavelmente não tenham sido bons devido a grande proporção de PC na composição, e o PC + Pmax devido a grande proporção de Pmax na composição.

As variações dos parâmetros analisados podem também ser consequência da localização dos tratamentos nas bandejas, devido ao sorteio adotado para o delineamento casualizado. Observou-se que as mudas das bordaduras ficaram com características inferiores as das mudas do centro da bandeja, provavelmente os substratos das células das bordaduras secaram mais rapidamente, devido ao maior contato com a atmosfera e a incidência direta da luz solar nas laterais das bandejas, as células centrais das bandejas mantinham mais a umidade devido ao contato delas entre si.

O aporte de nutrientes foi adotado de forma a não ocorrer deficiências nutricionais, mas pode ter ocorrido excesso de sais no substrato Pmax após a fertirrigação, pois em sua formulação já contem os elementos nutrientes.

**Tabela 9.** Bioensaio 1 (tomateiro)- porcentagem de germinação (Ger) e velocidade de emergência (VE) 12 dias e do 5º ao 12º dia após o plantio, respectivamente. Altura da planta (Alt), diâmetro do caule ( $\varnothing$  C) e peso seco da parte aérea (PSPA) 24 dias após o plantio das sementes de tomate.

	<b>Ger</b>	<b>V E</b>	<b>Alt</b>	<b><math>\varnothing</math> C</b>	<b>PSPA</b>
<b>Substratos</b>	<b>%</b>	<b>nº</b>	<b>cm</b>	<b>mm</b>	<b>g</b>
<b>Pmax (100%)</b>	90,00 a	15,92 b c	20,28 d	2,85 d	0,66 f
<b>PC (100%)</b>	78,33 a	17,27 a b c	22,66 b c d	3,03 c d	0,69 e f
<b>Cp (100%)</b>	80,00 a	14,63 c	23,92 a b c d	3,39 a b c d	0,93 d e f
<b>V (100%)</b>	25,83 b	3,90 d	0,320 e	0,13 e	0,00 g
<b>PC+Pmax (1:1)</b>	90,83 a	19,53 a b	26,09 a b c	3,76 a	1,31 b c
<b>PC+Pmax (2:1)</b>	85,83 a	18,71 a b c	26,60 a b c	3,64 a b	1,48 a b
<b>PC + V (1:1)</b>	85,00 a	18,31 a b c	19,53 d	2,92 d	0,62 f
<b>PC + V (2:1)</b>	80,83 a	17,00 a b c	24,13 a b c d	3,17 b c d	0,70 e f
<b>PC + V (3:1)</b>	86,67 a	17,66 a b c	22,32 c d	3,08 b c d	0,64 f
<b>PC + Cp (1:1)</b>	90,00 a	20,51 a	24,13 a b c d	3,78 a	1,46 a b
<b>PC + Cp (2:1)</b>	85,83 a	18,98 a b c	27,85 a	3,89 a	1,46 a b
<b>PC+Cp+V (1:1:1)</b>	90,83 a	20,72 a	27,61 a	3,80 a	1,71 a
<b>PC+Cp+V (2:1:1)</b>	91,67 a	20,60 a	25,91 a b c	3,88 a	1,40 a b
<b>PC+Cp+V (2:2:1)</b>	87,50 a	19,01 a b c	26,48 a b c	3,89 a	1,47 a b
<b>PC+Cp+V (3:1:1)</b>	86,67 a	18,75 a b c	23,98 a b c d	3,57 a b c	1,00 c d e
<b>PC+Cp+V (3:2:1)</b>	83,33 a	18,44 a b c	19,53 d	3,77 a	1,26 b c d
<b>CV (%)</b>	9,68	11,27	9,05	7,67	14,02
<b>F</b>	19,16**	20,42**	49,54**	66,35**	49,94**

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### ◆ Bioensaio 2 (pimentão)

A maior velocidade emergência das sementes de pimentão foi observado no tratamento PC + Cp + V (3:2:1), os componentes isolados PC, Cp e V e a composição PC + V (1:1), foram os que apresentaram diferença estatística com relação ao melhor (Tabela 10).

A vermiculita utilizada neste experimento foi a de granulometria média, o maior percentual de partículas ficou retido até a peneira de 2 mm (Tabela 2), estas partículas

grosseiras aumentam a macroporosidade diminuindo o contato da semente com a umidade, o mesmo ocorreu com o Cp. Com relação ao PC ocorre o contrário, as partículas finas retêm grande umidade, diminuindo a aeração prejudicando a germinação (Tabela 10).

O substrato que permitiu a maior porcentagem de sementes germinadas foi o Pmax e apenas o PC + V (1:1) apresentou diferença significativa com relação a ele. Como a composição PC + V (1:1) é resultado da mistura do PC que apresenta uma granulometria fina e o V que apresenta uma granulometria grossa (Tabela 2) era de se esperar que esta composição favorecesse a germinação. Cresswell (1992) registrou a germinação e crescimento inicial de tomate, alface e brócolos em: vermiculita com turfa de esfagno ou de ciperáceas ou de pó de coco na proporção (1:1), as sementes de todas as três culturas germinaram mais cedo na mistura com pó de coco.

O desenvolvimento em altura proporcionado pelo tratamento PC + Cp + V (3:1:1) foi o que obteve a maior média, apresentando com diferença significativa os componentes isolados PC e V e as duas composições formadas por estes componentes, a PC + V (2:1) e (3:1) (Tabela 10).

Pela tabela 10 pode ser constatado que o melhor desenvolvimento em diâmetro foi proporcionado pelo tratamento PC + Pmax (2:1). Os tratamentos com componentes isolados que apresentaram diferença estatística foram o PC, V e o Cp, as composições foram as 3 formadas por PC e V que foram o PC + V (1:1), (2:1) e (3:1).

Com relação ao peso seco da parte aérea, o melhor resultado obtido foi com o tratamento PC + Cp + V (2:2:1), os quatro componentes isolados apresentaram diferença estatística significativa em relação a ele e as composições PC + V (1:1), (2:1), (3:1), PC + Pmax (1:1) e o PC + Cp + V (2:2:1).

Para os parâmetros que estão relacionados com o desenvolvimento das mudas de tomate e pimentão podem ser observados nas tabelas 9 e 10 que os componentes isolados PC e V apresentaram as menores médias e as misturas entre estes dois componentes formando as composições PC + V (1:1), (2:1) e (3:1) não foram favoráveis à produção de mudas de tomateiro e pimentão, pois sempre apresentaram diferença significativa com relação as maiores médias, exceto o PC + V (2:1), com relação a altura. Pode-se concluir que as mudas de tomateiro e pimentão não se desenvolveram bem nos tratamentos PC e V e suas composições. Na Tabela 5 pode-se observar que as CE's destes 2 componentes são baixas e comparando a quantidade de elementos nutrientes destes dois componentes e suas

composições com os demais tratamentos pode-se observar nas Tabelas 7 e 8 que é bem inferior.

Apesar da fertirrigação ter sido estabelecida de forma à suprir toda necessidade de nutrientes das mudas provavelmente a CTC destes componentes são baixas. Se a mistura de PC e V não resultam em um substrato com características desejáveis para a produção de mudas de tomateiro e pimentão, existe portanto vantagem do uso do Cp sobre a vermiculita, principalmente em razão do preço ser menor que o da vermiculita. Considerando o elevado custo da vermiculita ela pode ser substituída por outros componentes de custo mais baixo e disponíveis na região

**Tabela 10.** Bioensaio 2 (pimentão)- porcentagem de germinação (Ger) e velocidade de emergência (VE) 12 dias e do 7º ao 12º dia após o plantio, respectivamente. Altura da planta (Alt), diâmetro do caule ( $\emptyset$  C) e peso seco da parte aérea (PSPA) 26 dias após o plantio das sementes de pimentão.

	Ger	VE	Alt	$\emptyset$ C	PSPA
Substratos	%	nº	cm	mm	g
<b>Pmax (100%)</b>	99,17 a	10,80 a b c d	16,26a b c d	2,75a b c d e	1,02 b c
<b>PC (100%)</b>	89,17 a b	8,86 d e	12,08 d	2,38 e	0,58 e
<b>Cp (100%)</b>	95,00 a	9,54 c d e	15,95a b c d	2,70 b c d e	0,83 c d
<b>V (100%)</b>	95,83 a	9,59 b c d e	7,254 e	1,43 f	1,17 f
<b>PC+Pmax (1:1)</b>	95,00 a	11,29 a b c d	17,84 a b c	2,85 a b c d	1,08 b
<b>PC+Pmax (2:1)</b>	91,67 a b	11,62 a b c	19,26 a	3,11 a	1,25 a b
<b>PC + V (1:1)</b>	80,83 b	8,61 e	13,45 c d	2,49 d e	0,63 d e
<b>PC + V (2:1)</b>	93,33 a b	10,86 a b c d	15,59a b c d	2,49 d e	0,65 d e
<b>PC + V (3:1)</b>	93,33 a b	10,14 a b c d	13,88 b c d	2,55 c d e	0,71 d e
<b>PC + Cp (1:1)</b>	94,17 a b	11,90 a b c	17,44 a b c	2,89 a b c	1,19 a b
<b>PC + Cp (2:1)</b>	95,00 a	11,33 a d c d	17,28 a b c	2,87 a b c d	1,19 a b
<b>PC+Cp+V (1:1:1)</b>	95,83 a	12,20 a b c	18,21 a b	3,01 a b	1,18 a b
<b>PC+Cp+V (2:1:1)</b>	92,50 a b	11,26 a b c d	18,68 a	3,06 a b	1,36 a
<b>PC+Cp+V (2:2:1)</b>	90,83 a b	12,21 a b	16,24a b c d	2,77 a b c d	1,10 b
<b>PC+Cp+V (3:1:1)</b>	97,50 a	12,41 a	19,85 a	3,09 a	1,26 a b
<b>PC+Cp+V (3:2:1)</b>	92,50 a b	11,15 a b c d	18,42 a b	3,07 a b	1,23 a b
<b>CV (%)</b>	6,58	10,88	12,78	6,32	11,39
<b>F</b>	2,27*	5,08**	12,07**	29,39**	46,00**

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Roe *et al.* (1997) montaram um experimento com o objetivo de investigar o crescimento inicial de tomateiros, pepinos e pimentões em várias taxas de compostos, um

dos tratamentos testado foi a vermiculita pura, o resultado da razão parte aérea/raiz deste tratamento foi tão baixa quanto na areia pura, indicando que as condições para o crescimento das plântulas nestes substratos não foram tão favoráveis.

### ◆ Bioensaio 3 (eucalipto)

O número de plântulas emergidas de Eucalipto não foi afetada pelos diferentes substratos testados, conseqüentemente, não foi observado diferença significativa para a porcentagem de sementes germinadas como mostram os dados da Tabela 11. Embora os substratos apresentem diferentes composições químicas a quantidade de nutriente contida nos mesmos e as reservas nutritivas da própria semente foram suficientes para promover a emergência das plantas, em nível semelhante para todos os tratamentos.

Analisando o desenvolvimento em altura das mudas, verifica-se na tabela 11 que o tratamento PC + Cp +V (3:2:1) mostrou-se sempre superior aos demais, e o único tratamento que apresentou diferença significativa em relação a ele foi o Cp.

Segundo Guerreiro & Colli Jr., citados por Casarim (1989), para que as mudas sejam classificadas como de bom padrão de qualidade o valor mínimo para o diâmetro do caule é de 2 mm.

Em termos de diâmetro do caule o tratamento que obteve maior média foi o Tr + V (1:1) com um diâmetro maior que 2 mm. O menor valor sem apresentar diferença significativa com relação ao Tr + V (2:1) foi do tratamento PC + Cp (2:1) que apresentou um diâmetro de 1,82 mm. Os tratamentos que apresentaram diferença significativa foram o PC + Cp + V (1:1:1), Pmax, PC + Cp (1:1) e Cp, seus diâmetros foram abaixo de 2 mm (Tabela 11). Sturion e Carneiro citados por Casarim (1989) relataram que o diâmetro do colo por estar associado ao desenvolvimento mais acentuado da parte aérea e do sistema radical, é tido como um dos melhores indicadores de padrão de qualidade de mudas.

O desenvolvimento das mudas de *E. citriodora*, em termos de peso seco da parte aérea obteve como melhor tratamento o PC + V (2:1), os tratamentos que apresentaram diferença significativa com relação a ele foram os mesmos para o diâmetro do caule (Tabela 11).

Verifica-se que o substrato PC + V (3:1) destacou-se dos demais com maiores médias de número de folhas diferindo estatisticamente dos tratamentos PC + Cp (1:1) e Cp.

O tratamento PC + V (2:1) ofereceu melhores condições para o desenvolvimento das raízes, pois a maior média para o peso seco das raízes foi obtida neste tratamento. Os tratamentos com componentes isolados PC, Pmax e Cp e as composições PC + Pmax (2:1), PC + Cp + V (3:2:1), PC + Cp (1:1) e (2:1) foram os que apresentaram diferença significativa com relação ao melhor.

Para os parâmetros relacionados com o desenvolvimento das mudas podemos observar na tabela 11 que as composições feitas com PC e V apresentaram as melhores médias ficando em segundo lugar no diâmetro do caule e altura, podemos concluir que estas composições apresentam boas condições de desenvolvimento para *E. citriodora*, diferente do que ocorreu para as mudas de tomate e pimentão, bioensaios 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 11.** Bioensaio 3 (eucalipto)- porcentagem de germinação (Ger), 11 dias após o plantio, altura da planta (Alt), diâmetro do caule ( $\varnothing$  C), número de folhas (F), peso seco da parte aérea (PSPA) e das raízes (PSR), 62 dias após o plantio das sementes de eucalipto.

Substratos	Ger	Alt	$\varnothing$ C	F	PSPA	PSR
	%	cm	mm	n <sup>o</sup>	g	g
<b>Pmax (100%)</b>	58,33 a	28,21 a b	1,68 c d	45,50 a b c	1,94 c d	0,15 c d e
<b>PC (100%)</b>	89,58 a	33,09 a b	2,08 a b	46,25 a b c	3,63 a b	0,21 b c d
<b>Cp (100%)</b>	62,50 a	24,83 b	1,28 e	34,75 c	0,82 d	0,07 e
<b>V (100%)</b>	62,50 a	30,67 a b	1,87 a b c d	46,25 a b c	2,83 a b c	0,26 a b c
<b>PC+Pmax (1:1)</b>	66,67 a	35,92 a	2,08 a b	47,75 a b	3,66 a b	0,21 b c d
<b>PC+Pmax (2:1)</b>	77,08 a	34,89 a	2,04 a b	45,75 a b c	3,53 a b	0,25 a b c
<b>PC + V (1:1)</b>	77,08 a	36,14 a	2,08 a b	47,25 a b c	3,85 a b	0,25 a b c
<b>PC + V (2:1)</b>	72,92 a	33,95 a	2,11 a b	48,50 a b	3,98 a	0,33 a
<b>PC + V (3:1)</b>	68,75 a	35,94 a	2,08 a b	53,50 a	3,91 a b	0,21 a b c d
<b>PC + Cp (1:1)</b>	75,00 a	31,65 a b	1,62 d e	40,50 b c	2,00 c d	0,12 d e
<b>PC + Cp (2:1)</b>	75,00 a	33,61 a	1,82 a b c d	43,25 a b c	3,03 a b c	0,17 b c d e
<b>PC+Cp+V (1:1:1)</b>	58,33 a	29,74 a b	1,78 b c d	49,25 a b	2,62 b c	0,22 a b c d
<b>PC+Cp+V (2:1:1)</b>	68,75 a	31,27 a b	2,06 a b	51,50 a b	3,66 a b	0,27 a b
<b>PC+Cp+V (2:2:1)</b>	70,83 a	31,09 a b	1,93 a b c d	45,75 a b c	3,03 a b c	0,21 a b c d
<b>PC+Cp+V (3:1:1)</b>	70,83 a	34,26 a	2,03 a b c	42,75 a b c	3,75 a b	0,23 a b c d
<b>PC+Cp+V (3:2:1)</b>	70,83 a	36,26 a	1,89 a b c d	41,50 a b c	3,27 a b c	0,21 b c d
<b>Tr+V (1:1)</b>	64,58 a	33,75 a	2,15 a	44,50 a b c	3,82 a b	0,29 a b
<b>CV (%)</b>	18,13	10,38	7,34	10,95	16,46	20,81
<b>F</b>	1,51	3,74**	10,55**	3,04**	11,35**	7,70**

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.



#### ◆ Bioensaio 4 (alface)

Para a implantação do experimento com produção de mudas de alface, foi feita uma seleção entre os substratos utilizados no bioensaio 1, escolhendo-se aqueles onde obteve-se melhor média de peso seco da parte aérea e tendo o cuidado de optar pelas composições mais econômicas, isto é, aquelas misturas que contivesse a maior composição de substratos mais baratos como o pó de coco. Foram adotados os substratos Pmax e Tr + V (1:1) como testemunhas.

Verifica-se na Tabela 12 que apenas para a porcentagem de sementes germinadas e velocidade de germinação não foi constatada diferença significativa entre as médias do substrato isolado (Pmax) e das composições.

Em relação aos parâmetros relacionados com o desenvolvimento das mudas, o Pmax apresentou uma altura e peso seco da parte aérea significativamente menor que os outros substratos, e também um menor número de folhas, embora não estatisticamente inferior ao PC+Pmax (2:1), PC+P+V (1:1:1) e PC+CP+V (3:2:1).

**Tabela 12.** Bioensaio 4 (alface)- porcentagem de germinação (Ger) e velocidade de emergência (VE), 13 dias e do 5º ao 13º dia após o plantio, respectivamente. Altura da planta (Alt), número de folhas (F) e peso seco da parte aérea (PSPA) 23 dias após o plantio das sementes de alface.

Substratos	Ger	VE	Alt	F	PSPA
	%	nº	cm	nº	g
<b>Pmax (100%)</b>	68,05 a	4,34 a	3,04 b	4,86 b	0,16 b
<b>PC+Pmax (2:1)</b>	63,19 a	3,73 a	3,83 a b	5,31 a b	0,24 a b
<b>PC + Cp (2:1)</b>	75,64 a	4,64 a	4,27 a b	5,89 a	0,33 a
<b>PC+Cp+V (1:1:1)</b>	70,14 a	4,19 a	4,42 a	5,64 a b	0,30 a
<b>PC+Cp+V (2:2:1)</b>	70,83 a	4,39 a	4,49 a	5,86 a	0,33 a
<b>PC+Cp+V (3:2:1)</b>	61,80 a	3,61 a	4,21 a b	5,55 a b	0,29 a
<b>Tr+V (1:1)</b>	75,00 a	5,72 a	4,57 a	5,78 a	0,37 a
<b>CV (%)</b>	27,90	36,16	17,24	8,32	26,43
<b>F</b>	0,46	1,17	3,38*	3,75**	5,23**

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Novamente a adição do PC ao Pmax melhorou o desempenho deste último em termos de altura, peso seco da parte aérea e número de folhas, embora não o suficiente para ser significativo em todos os casos. Aparentemente as condições físicas do Pmax e/ou o seu alto

grau de salinidade podem ser responsáveis pelo pior desempenho deste substrato isoladamente.

Muito embora a testemunha Tr +V tenha mostrado os maiores valores em todos os parâmetros medidos, todos os substratos tendo como componente o PC obtiveram médias estatisticamente semelhantes a este, demonstrando que o mesmo pode perfeitamente substituir a turfa em nossas condições.

### ◆ Bioensaio 5 (tomateiro 2)

Nas figuras de 1 a 3 e anexo 8.3, estão representados os valores do peso seco da parte aérea, altura e diâmetro do caule das mudas de tomate, 20 dias após o plantio, produzidas nos diferentes substratos fertirrigados e não fertirrigados, sendo estes pré-adubados e não pré-adubados.

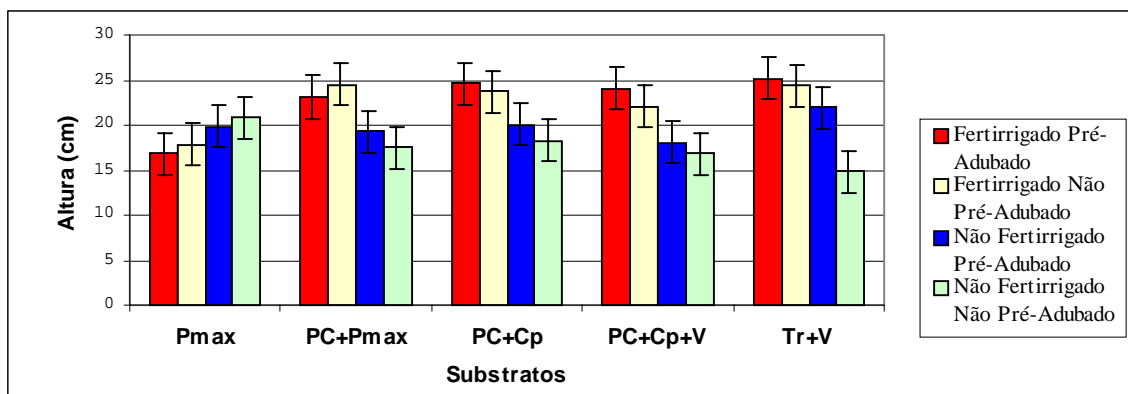
A fertirrigação promoveu um aumento na altura, diâmetro do caule e peso seco da parte aérea em todos os tratamentos, a exceção do Pmax, onde ocorreu uma diminuição destes valores.

Aparentemente, o Pmax já contém um teor alto de nutrientes e sais, a julgar pela CE (Tabela 5), e a fertirrigação, neste caso, tenderia a aumentar estes teores, tornando a concentração excessiva.

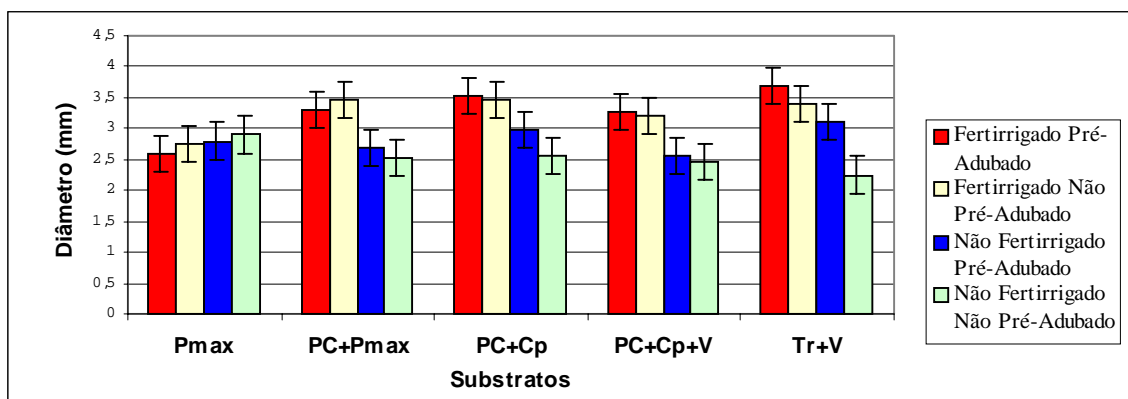
A prática da pré-adubação, de modo geral, também aumentou os valores obtidos, embora apenas o substrato Tr+V (1:1), tenha mostrado significância estatística, além do PC+Cp (2:1) para o peso seco da parte aérea.

Os menores valores obtidos, foram observados nos substratos não pré-adubados e não fertirrigados, sendo a Tr+V (1:1) o pior, demonstrando o baixo teor de nutrientes deste substrato. O Pmax apresentou valores intermediários decorrentes da alta disponibilidade inicial de nutrientes deste substrato (Fig. 1 a 3).

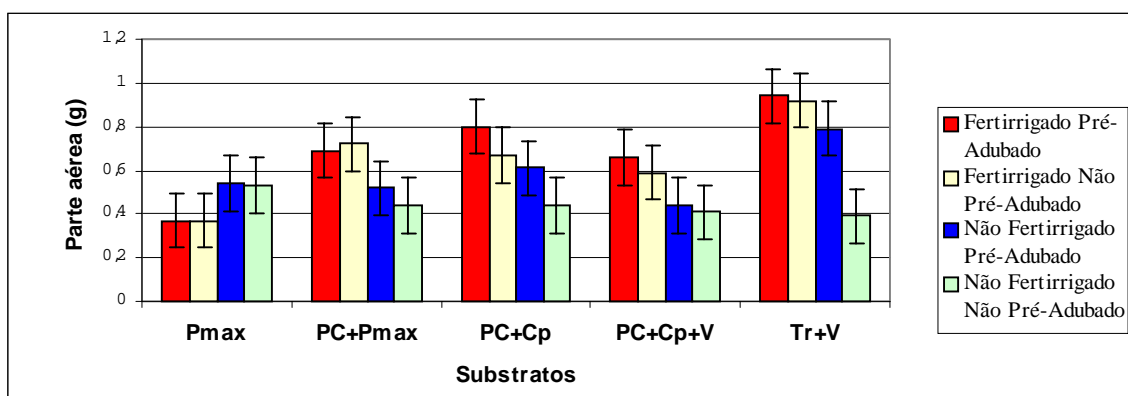
De um modo geral o substrato que apresentou as maiores médias nos parâmetros analisados, foi o Tr + V (1:1), no entanto, quando os substratos foram fertirrigados as composições com pó de coco não apresentaram diferença significativa com relação a Tr + V (1:1), exceto o peso seco da parte aérea no tratamento PC + Cp +V (2:2:1) (Fig. 1 a 3).



**Figura 1** Determinação da altura das mudas, após o encerramento do experimento com tomate (Bioensaio 5), 20 dias após o plantio.



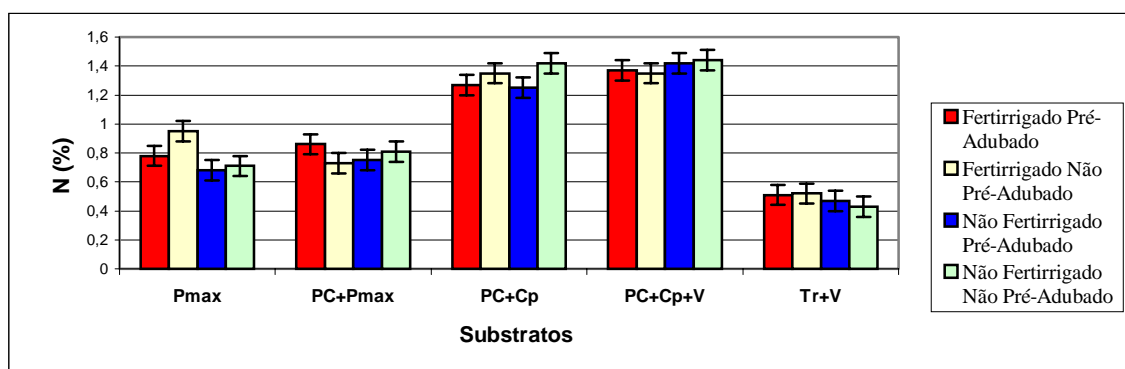
**Figura 2** Determinação do diâmetro do caule das mudas, após o encerramento do experimento com tomate (Bioensaio 5), 20 dias após o plantio.



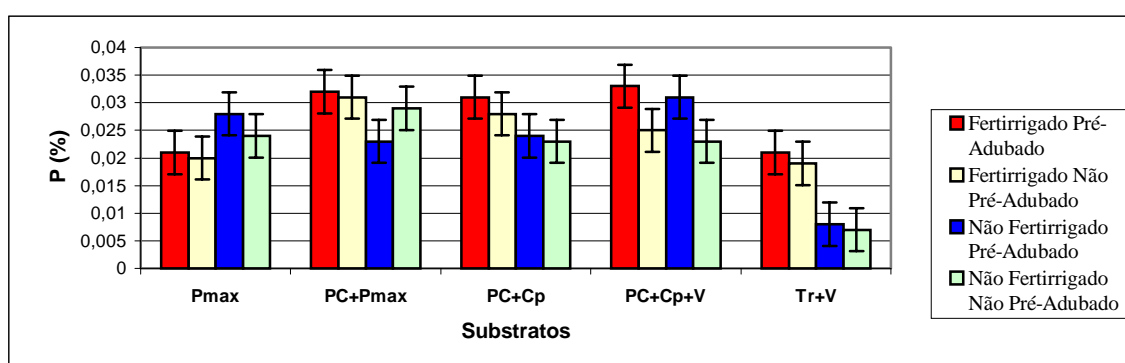
**Figura 3** Determinação do peso seco da parte aérea das mudas, após o encerramento do experimento com tomate (Bioensaio 5), 20 dias após o plantio.

Quando foram pré-adubados a composição PC + Cp (2:1) não diferiu do tratamento Tr + V (1:1) em nenhum dos parâmetros analisados. As combinações com pó de coco além de produzirem mudas de excelente qualidade, os seus componentes são de fácil aquisição e preço reduzido, quando comparados com os substratos compostos de turfa, vermiculita e Plantmax puro.

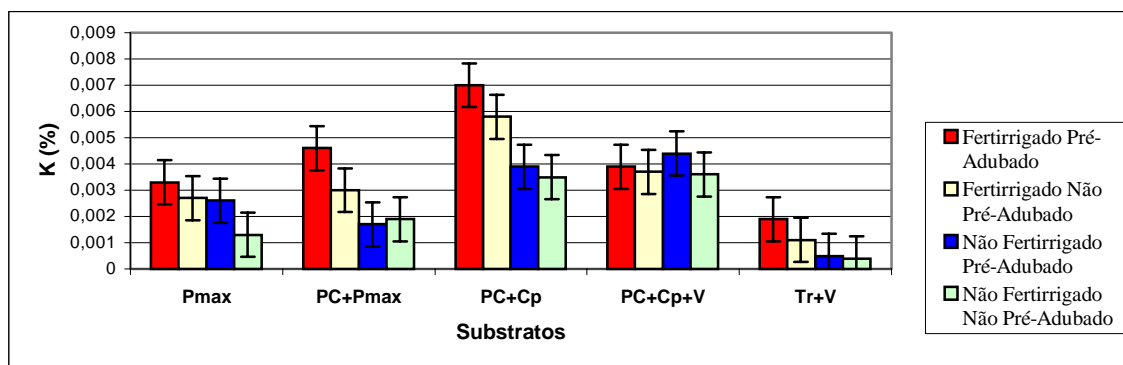
Os teores de N, P e K nos substratos e na parte aérea das mudas de tomate do bioensaio 5, estão representados nas figuras de 4 a 9 e no anexo 8.2.



**Figura 4** Teor de N nos substratos, após o encerramento do experimento com tomate (Bioensaio 5), 20 dias após o plantio.



**Figura 5** Teor de P nos substratos, após o encerramento do experimento com tomate (Bioensaio 5), 20 dias após o plantio.



**Figura 6.** Teor de K nos substratos, após o encerramento do experimento com tomate (Bioensaio 5), 20 dias após o plantio.

Os substratos PC + Cp + V (2:2:1) e o PC + Cp (2:1) apresentaram o maior teor de N, não diferindo entre si, independente de serem ou não fertirrigados e pré-adubados. O substrato Tr + V (1:1) apresentou o menor teor de P, exceto o fertirrigado e pré adubado que não apresentou diferença estatística com relação aos demais. O substrato PC + Cp (2:1) foi o que apresentou maior teor de K não diferindo dele apenas o fertirrigado não pré-adubado e o PC + Pmax (2:1) fertirrigado e pré-adubado, os demais tratamentos apresentaram diferença significativa entre eles e entre si. A composição dos substratos foi o que influenciou no teor de N e P, pois não houve diferença significativa entre os substratos quando estes foram ou não fertirrigados e pré-adubados.

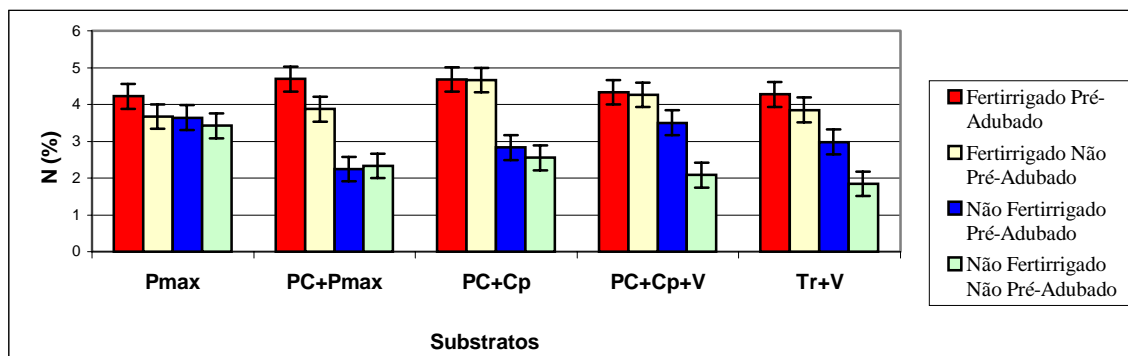
Para o teor de K nos substratos o tratamento PC + Cp (2:1) fertirrigado diferiu significativamente dos não fertirrigados e o tratamento PC + Pmax fertirrigado e pré adubado diferiu dos tratamentos fertirrigados não pré adubados e dos não fertirrigados. O teor de K nos substratos estão relacionados com a fertirrigação e pré adubação.

O teor de N na parte aérea da planta foi superior quando os substratos foram fertirrigados, não diferindo estatisticamente entre si, independente de serem ou não pré adubados. Quando eles não foram fertirrigados apresentaram diferença significativa entre si (Figura 9).

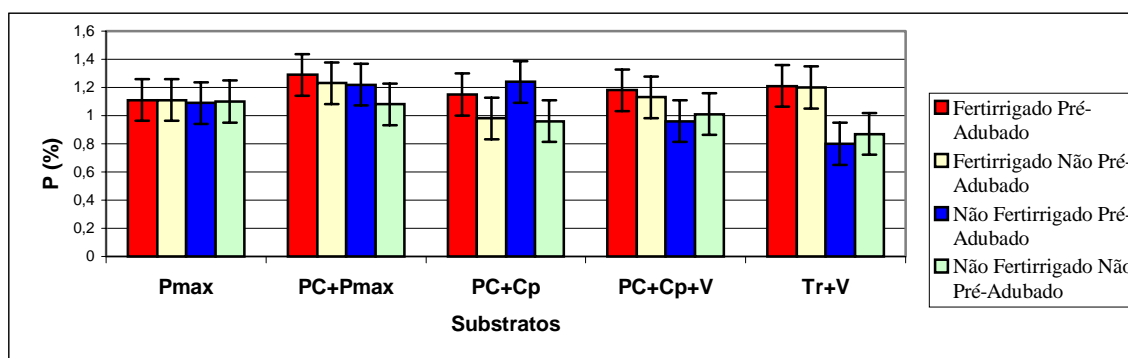
O tratamento PC + Pmax (2:1) fertirrigado e pré adubado foi o que apresentou o maior teor de P na parte aérea da planta e apenas o substrato Tr + V (1:1) não fertirrigado e pré adubado apresentou diferença com relação a ele (Figura 8).

O substrato PC + Cp (2:1) apresentou o maior teor de K na planta e não diferiu entre si independente de ser ou não fertirrigados e pré adubados. Os substratos Pmax e PC + Cp (2:1)

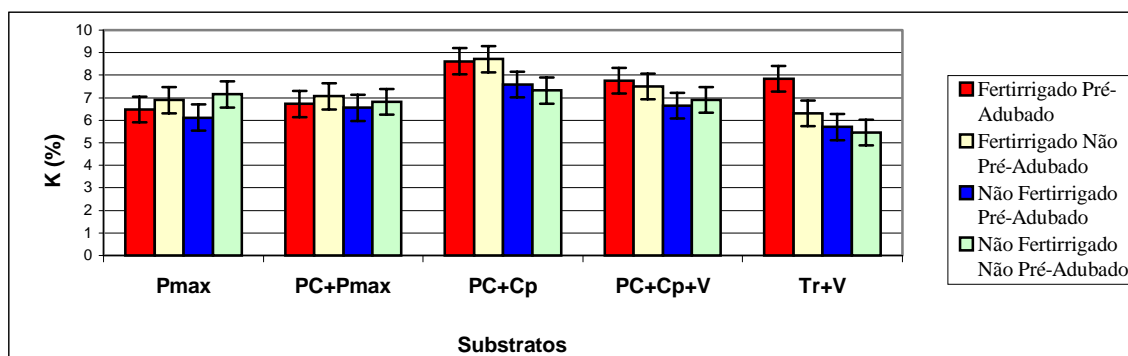
também não diferiram entre si independentes da fertirrigação e pré adubação. Os substratos Tr + V (1:1) e PC + Cp + V (2:2:1) foram melhores quando fertirrigados (Figura 9).



**Figura 7.** Teor de N na parte aérea das mudas, após o encerramento do experimento com tomate (bioensaio 5), 20 dias após o plantio.



**Figura 8.** Teor de P na parte aérea das mudas, após o encerramento do experimento com tomate (bioensaio 5), 20 dias após o plantio.



**Figura 9.** Teor de K na parte aérea das mudas, após o encerramento do experimento com tomate (bioensaio 5), 20 dias após o plantio.

A fertirrigação fez com que aumentasse o teor de N na parte aérea da planta. De um modo geral a fertirrigação e pré adubação não influíram no teor de P na parte aérea da planta. Com relação ao teor de K apenas nos substratos Tr + V (1:1) e PC + Cp + V (2:2:1) observou-se diferença significativa em relação a fertirrigação.

### 4.3.2. Produção de espécies olerícolas até o ponto de colheita

#### ◆ TOMATE

A análise de variância do número de frutos do experimento com tomate até o fim do ponto de colheita evidenciou que os efeitos dos tratamentos componentes isolados X composições foi significativo, pois apenas o componente isolado Pmax diferiu significativamente com relação aos demais tratamentos. Entretanto, o efeito das composições não foi significativo para o peso fresco e seco dos frutos (Tabela 13).

O tratamento PC + Cp (2:1) proporcionou valor superior de peso seco da parte aérea, não diferindo significativamente das demais composições e do componente isolado Pmax, exceto da composição PC + Pmax (2:1) que diferiu significativamente do PC + Cp (2:1).

Apesar da maior média em número de frutos ter sido observado no tratamento PC + Cp (2:1), este apresentou menor peso seco da parte aérea. O valor do número de frutos indica que as plantas cultivadas neste tratamento fixaram uma maior proporção de matéria para os frutos, sendo portanto, mais eficiente do ponto de vista de rendimento de frutos.

**Tabela 13.** Médias do experimento com tomate do peso fresco do fruto (PFF), peso seco do fruto (PSF), número de frutos (Fr) e peso seco da parte aérea (PSPA), determinados após o período de 88 dias.

	<b>P F F</b>	<b>P S F</b>	<b>Fr</b>	<b>P S P A</b>
<b>Substratos</b>	<b>kg</b>	<b>g</b>	<b>n°</b>	<b>g</b>
<b>Pmax (100%)</b>	1,53 a	83,30 a	22,80 b	80,57 a b
<b>PC+Pmax (2:1)</b>	1,79 a	101,63 a	33,80 a	71,70 b
<b>PC + Cp (2:1)</b>	1,64 a	97,01 a	31,40 a b	112,50 a
<b>PC+Cp+V (1:1:1)</b>	1,42 a	80,03 a	24,60 a b	100,80 a b
<b>PC+Cp+V (2:2:1)</b>	1,68 a	104,10 a	27,80 a b	100,66 a b
<b>PC+Cp+V (3:2:1)</b>	1,69 a	103,81 a	27,80 a b	86,62 a b
<b>CV (%)</b>	18,68	17,19	18,12	18,36
<b>F</b>	0,92	2,14	3,25*	3,99**

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Analisando o desenvolvimento em altura das plantas a tabela 13 mostra as avaliações feitas aos 20; 28; 36; 44; 52; 60 e 68 dias após o transplante. Nota-se que a composição PC + Cp + V (1:1:1), nesta fase de desenvolvimento das plantas é superior as demais composições com 20 e 28 dias após o transplante. Os tratamentos PC + Cp (2:1) e Pmax foram os que apresentaram diferença significativa em relação ao PC + Cp + V (1:1:1) 20 dias após o transplante e só o Pmax com 28 dias após o transplante. Após 36 ate 68 dias do transplante o tratamento PC+Cp+V (3:2:1) mostrou-se superior aos demais apresentando diferença significativa em relação a ele apenas o Pmax (Tabela 14).

**Tabela 14.** Média da altura dos tomateiros, determinada semanalmente durante o período de 88 dias.

	Altura (cm)						
	Dias após o plantio						
	20	28	36	44	52	60	68
<b>Pmax (100%)</b>	13,98 c	28,70 b	44,66 b	72,28 b	82,20 b	87,40 b	92,40 b
<b>PC+Pmax (2:1)</b>	18,56 b	36,60 a	57,80 a	79,46 a b	93,60 a	98,80 a	103,40 a
<b>PC + Cp (2:1)</b>	19,58 a	39,30 a	60,80 a	80,44 a b	96,20 a	103,80 a	111,20 a
<b>PC+Cp+V (1:1:1)</b>	21,48 a	40,10 a	57,60 a	79,58 a b	95,20 a	103,40 a	111,00 a
<b>PC+Cp+V (2:2:1)</b>	21,22 a	38,80 a	60,60 a	80,78 a b	97,80 a	103,40 a	109,00 a
<b>PC+Cp+V (3:2:1)</b>	20,10 a	38,60 a	60,98 a	83,30 a	98,40 a	106,20 a	113,20 a
<b>CV (%)</b>	7,44	6,00	4,09	5,92	5,18	4,65	4,93
<b>F</b>	18,63**	4,94**	36,13**	3,12*	7,59**	21,83**	27,67**

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### ◆ RABANETE

A porcentagem de sementes germinadas e o peso seco da parte aérea das plantas de rabanete, não foram afetados pelos diferentes substratos testados, pois não apresentaram diferença significativa, como mostra a tabela 15.

Analisando o desenvolvimento das raízes comerciais através do peso seco e diâmetro, observa-se na Tabela 15 que o tratamento que obteve maior média foi o PC + Cp (2:1), diferindo significativamente dele apenas a testemunha Pmax. Comprovando que as composições feitas com pó de coco oferecem ótimas condições de desenvolvimento para a cultura do rabanete.



**Tabela 15** Produção de rabanete- porcentagem de germinação (Ger), 5 dias após o plantio, peso seco da parte aérea (PSPA), peso seco das raízes (PSR) e diâmetro das raízes ( $\varnothing$  C), 30 dias após o plantio das sementes de rabanete.

	<b>Ger</b>	<b>PSPA</b>	<b>PSR</b>	<b><math>\varnothing</math> R</b>
<b>Substratos</b>	<b>%</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>cm</b>
<b>Pmax (100%)</b>	92 a	1,04 a	1,06 a	3,46 b
<b>PC+Pmax (2:1)</b>	100 a	1,20 a	1,54 a	4,22 a
<b>PC + Cp (2:1)</b>	96 a	1,01 a	1,49 a	4,02 a b
<b>PC+Cp+V (1:1:1)</b>	100 a	0,84 a	1,30 a	3,98 a b
<b>PC+Cp+V (2:2:1)</b>	100 a	0,98 a	1,30 a	4,12 a b
<b>PC+Cp+V (3:2:1)</b>	84 a	0,88 a	1,40 a	4,20 a
<b>CV (%)</b>	9,38	26,43	18,26	8,76
<b>F</b>	2,57	1,19	2,51	3,22*

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## 5. CONCLUSÕES

As variações nos resultados onde a composição dos substratos em determinadas situações melhoraram ou não as características físicas comparando com os demais componentes isolados podem ser explicadas pela deficiência da saturação do substrato. Pois se o substrato não for suficientemente saturado, ou seja, os poros intra-partículas não forem saturados, uma menor quantidade de água será retida pelos substratos e estes apresentarão valores abaixo dos verdadeiros.

Os resultados obtidos para os substratos combinados nos bioensaios foram superiores aos obtidos para os isolados, mostrando assim que existe vantagem em realizar a mistura de componentes para a obtenção de um substrato mais eficiente.

De um modo geral, a adição do pó de coco ao Plantmax, ao composto ou à Vermiculita melhorou significativamente a performance destes, e também em relação a si próprio isoladamente. Este fato ocorreu, com poucas exceções, em todos os bioensaios e na produção de tomate e rabanete.

Pode-se afirmar, pela amplitude de plantas usadas e condições variadas, que o pó de coco, principalmente quando usado em combinações volumétricas com outros componentes, é um excelente substrato para a produção de mudas e plantas em recipientes.

Os resultados obtidos, mostram que é possível introduzir, em nosso meio, o cultivo em substrato, com ênfase as composições com “pó de coco”, barateando o custo, devido à disponibilidade do “pó de coco” no Nordeste brasileiro.

## 6. ABSTRACT

Coir fiber peth was investigated alone and in volumetric combination with organic and inorganic materials for it's viability for seedling production and as potting media for growing crops up to harvest. Physical and chemical determinations were performed in order to characterize the substrates and compare their performance to ideal substrates for horticultural production. Bioassays were carried out with seedling production of tomatoes, green pepper, lettuce, eucalyptus and full crops of tomatoes and radish.

The 17 different substrates studied were composed of the following individual components : Coir fiber peth (PC), Plantmax Hortaliças (Pmax), Organic Compost (Cp) and Vermiculite (V) and volumetric mixtures of these components : PC+ Pmax (1:1); PC + Pmax (2:1); PC + V (1:1); PC + V(2:1) ; PC + V(3:1) ; PC +Cp (1:1); PC + Cp (2:1) ; PC+Cp+V (1:1:1) ; PC + Cp + V (2:1:1) ; PC + Cp + V (2:2:1); PC + Cp + V (3:2:1); Peat (Tr) + V (1:1).

Difference in measured parameters exhibited by all crops in the substrates tested, showed that plants performance is influenced by substrate type.

The results obtained for the mixed substrates were superior to the those from single components, demonstrating the advantage of using more than one component in order to formulate a more efficient substrate.

The results presented are relevant in showing the viability of soilless culture in our area, and the utilization of the industrial waste product "coir fiber peth" as a low cost alternative due to its availability in our region.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I. B.; BANZATTO, D.A.; VALERI, S. V.; ALVARENGA, S. F.; CARRADINE, L. Seleção de componentes de substrato para a produção de mudas de eucalipto em tubetes. *IPEF*. Piracicaba, v. 41/42, p. 36-43, 1989.

ANDRIOLO, J. L. *Cultivo de plantas com fertirrigação*. Santa Maria: UFSM- Centro de Ciências Rurais, 1996. 47 p.

\_\_\_\_\_ ; DUARTE, T. da S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. *Horticultura Brasileira*. Brasília, v. 15, n. 1, p. 29-32, 1997.

\_\_\_\_\_ ; DUARTE, T. da S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. *In: Congresso Brasileiro de Olericultura*, 38, 1998. Petrolina. Olericultura Sustentável: resumos. Petrolina: Sociedade de Olericultura do Brasil, 1998. Resumo n° 11.

ARAÚJO, J. A. C.; CORTEZ, G. E. P., FERNANDES, C. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de pimentão (*Capsicum annuum*). *In: Congresso Brasileiro de Olericultura*, 38, 1998. Petrolina. Olericultura Sustentável: resumos. Petrolina: Sociedade de Olericultura do Brasil, 1998. Resumo n° 15.

BABER, K. E. Peatlands as scientific archives of past biodiversity. *Biodiv. Conserv.* v. 2, p. 474-489, 1993.

- BACKES, M. A. e KAMPF, A. N. Substrato à base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. *Pesq. Agrop. Bras.*, Brasília, v. 26, n. 5, p. 753-758, 1991.
- BALICK, M. J. e BECK, H. T. *Useful palms of the world*. New York : Columbia Univ. Press., 1990.
- BARKHAM, J. P. For peat's sake: conservation or exploitation?. *Biodiv. Conserv.* v 2, p. 556-566, 1993.
- BATRA, S. K. *Other long vegetable fibers: Handbook of fiber Science and Technology*. 4. ed, Teo and Tan 1993. Tomato Production in cocopeat. 1993. 69 p.
- BELLÉ, S. Uso da turfa Lagoa dos Patos (Viamão/RS) como substrato hortícola. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990. 142 p. Dissertação Mestrado.
- BENINCASA, M. M. P. *Análise de crescimento de plantas*. Jaboticabal : FUNEP, 1988, 42 p.
- BENJAMIN, L. R. Variation in time of seedling emergence within populations: a feature that determines individual growth and development. *Advances in Agronomy*. v. 44, p. 1-25. 1990.
- BERTOLOTI, G.; MIGLIORINI, A. J.; BARRICHELO, L. E. G.; NICOLIELO, N.; GARNICA, J. B. Utilização de pó de lixeira na formação de mudas de pinus. *Bol. Inf. IPEF*. Piracicaba, v.8, n. 27, p. 5-10, 1980.
- BIASE, L. A.; BILIA, D.A.C.; SÃO JOSÉ, A. R.; FFORNASIERI, J.L.; MINAMI, K. l. Efeitos de misturas de turfa e bagaço-de-cana sobre a produção de mudas de maracujá e tomate. *Sci. Agrícola*. Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 239-243, 1995.

- BORDAS, J. M. C.; BACKS, M. A.; KAMPF, A. N. Características físicas e químicas de substratos comerciais. *In: Congresso Florestal Estadual*, 6, 1988. Nova Prata. Anais. Nova prata: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1988, v.1, p. 427-435.
- BUCKLAND, P. Peatland archaeology: A conservation resource on the edge of extinction. *Biodiv. Conserv.* v. 2, p. 513-527, 1993.
- BUNT, C.A. *Modern potting composts*. Londres : George Allen, 1976, 277 p.
- \_\_\_\_\_ Factors contributing to the delay in the flowering of pot chrysanthemums grown in peat-sand substrates. *Acta Hortic.* Wageningen, v.31, p. 163-174, 1973.
- CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. *l. Método de Análises Químicas, Mineralógica e Física de Solos do Instituto de Campinas*. Campinas: Instituto Agrônômico, 1986.
- CARLSON, W. H.; ROWLEY, E. M. Beeding plants. *In: Larson, R. A. Introduction to floricultura*. San Diego: Academic Oress, 1980. p. 479-522.
- CARMO, J. B.; FELICONIO, A. E. G.; CHISTOLINA, J. C.; LAVORENTI, A.; MARCHIORI, A. C. C.; AMARAL, F. C. S. Capacidade de troca de cátions (CTC) e relação Carbono/Nitrogênio (C/N) do composto de lixo urbano como indicadores do processo de maturação. *In: FertBIO'98 (Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 23º; Reunião Brasileira sobre Micorrizas, 7º; Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, 5º; Reunião Brasileira de Biologia do Solo, 2º; 1998)*. Caxambú. Interrelação Fertilidade, Biologia do Solo e Nutrição de Plantas: Consolidando um Novo Paradigma: resumos. Lavras: UFLA/SBCS/SBM, 1998. p. 831.
- CASARIN, V.; AGUIAR, I. B.; VITTI, G.C. Uso de resíduos da industria canavieira na composição do substrato destinado à produção de mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook. *Científica*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 63-72, 1989.

CHEN, Y.; IMBAR, Y. Chemical and spectroscopical analyses of organic matter transformations during composting in relation to compost maturity. In : H. A. J. Hoitink; H. M. Keener (eds.). *Science and engineering of composting: Design, enviromental, microbiological, and utilization aspects*. Worthington : Renaissance Publications, 1993. p.551-600.

CONOVER, C. A. Soil amendments for pot and field grown flowers. *Florida Flower Grower Florida*, v. 4, p.1-4, 1967.

CRESSWELL, G. C. Coir dust - A viable alternative to peat?. Proc. Austral. Potting Mix manufactures Conf, Sydney, 1992. p. 1-5.

De BOODT, M.; VERDONCK, O. Physical properties of the substrates in horticulture. *Acta horticulture*. Wageningen, v.26, p. 37-44, 1972.

De BOODT. M.; VERDONCK, O.; e CAPPAERT, I. Method for measuring the water release curve of organic substrates. *Acta horticulture*. Wageningen, v 37,p.2054-2060, 1974.

EVANS, M. R.; KONDURUAND, S.; STAMPS, R. H. Source variation in physical and chemical properties of coco-nut coir dust. *Hort Science*. Florida, v. 31, p. 965-967, 1996.

FAGUNDES, N.B.; FIALHO, A.A. Produção de mudas de Eucalyptus via sementes no sistema tubete na COPENER. In: SIMÕES, J.W. Problemática da produção de mudas em essências florestais. *Série técnica IPEF*, Piracicaba, v. 4, n. 13, p. 20-27, 1987.

FILGUEIRAS, F. A. R. Manual de Olericultura: Cultura e comercialização de hortaliças. 2. ed; v. 2. São Paulo: *Agronômica Ceres*, 1982. 357 p.

FONTENO, W. C. Problems and considerations in determining physical properties of horticultural substrates. *Acta Horticulturae*, v. 342, p. 197-295, 1993.

GONÇALVES, A. L. Substratos para produção de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. (org). *Produção de mudas de alta qualidade em horticultura*. São Paulo: T. A. Queiroz. 1995. p.107-110.

GONÇALVES, J. L. M. Uso de resíduo industrial como substratos para produção de mudas em tubetes na Ripasa Florestal S.A. In: SIMÕES, J.W. Problemática da produção de mudas em essências florestais. *Série técnica IPEF*, Piracicaba, v.4, n.13, p. 18-20, 1987.

GRAS, R. Propriétés physiques des substrats. In: INRA. Les Cultures hors sol. Paris: p.80-126, 1987.

GRAZIANO, T. T.; DEMATTÊ, J. B. I.; VOLPE, C. A.; PERERCIN, D. Interação entre substratos e fertirrigação na germinação e na produção de mudas *Tagetes patula* L. (compositae). *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v.1, n.2, p.78-85, 1995.

GROLI, P. R. Composto de lixo domiciliar urbano como condicionador de substrato para plantas arbóreas. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991. 125 p. Dissertação Mestrado.

GROWER TALKS, Coir media: the newest peat substitute?, *Ineke van Meggelen-Laagland*. Ball Publishing Company. August 1996.

HANDRECK, K. A. Properties of Coir dust, and its use in the formulation of soilless potting media. *Comm Soil Sci. Plant Anal*. Glen Osmond, v. 24, p. 349-363, 1993

\_\_\_\_\_ Particle Size and the Physical Properties of Growing Media for Containers. *Comm. In Soil Sci. Plant Anal*. Glen Osmond, v.14(3), p 209-222,1983.

HANLON, E. A.; McNEAL, B. L.; KIDDER, G. *Soil and container media electrical conductivity interpretations* : Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. Florida : University of Florida, 1993. 8 p. (Circular 1092, June 1993).



HENRIQUES, E. P. Produção de mudas na Acesita Energética S.A. In: SIMÕES, J. W. Problemática da produção de mudas em essências florestais. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba. v. 4, n. 13, p. 13-17, 1987.

HUME, E. P. Coir dust or cocopeat - a by - product of the coconut. *Economic Botany*. v. 3 p. 42-45, 1949.

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, 16 p. (bulletin 241, may 1993).

\_\_\_\_\_; HENLEY, R.W. e YEAGER, T.H. *Diagnostic and Monitoring Procedures for nursey crops*: Florida Cooperative Extension Service, Institute of food and Agricultural Sciences. Florida : University of Flórida, 1990, 11p.(Bulletin 556, November 1990).

KLETT, E. J.; GARTNER, B. J. Growth of chrysanthemums in hardwood bark as affected by nitrogen source. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* Nova York, v.100 n.4 p. 440-442, 1975.

LEITE, J. P. Manual de Laboratórios para Análises de fertilidade de Solo. 2. ed rev. aum. atual. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1984. 163 p.

MACEDO, G. A.; PEIXOTO, J. R.; MATTOS, J. K. A.; CAMPOS, A. X. Efeito do substrato na formação de mudas do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*). In: *Congresso Brasileiro de Olericultura*, 38, 1998. Petrolina. Olericultura Sustentável: resumos. Petrolina: Sociedade de Olericultura do Brasil, 1998. Resumo n° 169.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.G. E DE OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba : Potafós, Piracicaba.1989

MEEROW, A. W. Growth of two subtropical ornamentals using coir dust (coconut mesocarp pith) as a peat substitute. *Hort Science*. Florida, v. 29, p. 1484-1486, 1994.

\_\_\_\_\_. Growth of two tropical foliage plants using coir dust as a container media amendment. *Hort Technology*. Florida, v. 5, p. 237-239, 1995.

MELLO, H. A. ; SIMÕES, J. W.; JUNQUEIRA, R. A. Efeito do substrato e da proteção da semeadura sobre a formação de mudas de pinos. *O Solo*. v. 61, n.2, p. 47-51, 1969.

MINAMI, K. Utilização da vermiculita na floricultura e paisagismo. In: *Congresso da Sociedade Brasileira de Floricultura e Plantas Ornamentais*, 3, 1986. Salvador, Anais São Paulo: Instituto Botânico, 1986. p. 259-267.

\_\_\_\_\_. *Produção de mudas de alta qualidade em horticultura*. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995. p.85-101.

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

PENNINGSFELD, F. Substrates foe protected cropping. *Acta Horticulturae*. v. 82, p. 13-22, 1978.

POOLE, R. T.; WARTERS, W. E. Evaluation of varions potting media for growth of foliage plants. *Proceedings of Florida State Horticultural Society*, Miami, v. 50, p. 395-398,1972.

REID, A. Coir peat for potting mixes. <http://www.agric.wa.gov.au/agency/pubns/h2h/farmnute/1997/fo8194.htm>

RODRIGUES, J. J. V.; PEREIRA, A. R.; RAMOS, C. M.C. Características Físicas de substratos hortícolas. In: *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 25. 1995, Visçosa. O solo nos grandes domínios morfo-climáticos no Brasil e desenvolvimento sustentado: resumos expandidos. Visçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. V. 1, p.189.

ROE, N. E.; STOFFELLA, P. J.; GRAETZ, D. Composts from various municipal solid waste feedstocks affect vegetable crops. I. Emergence and seedling growth. *Hort. Sci. Soc. Amer. J.* Florida, v. 122, n. 3, p. 427-432, 1997.

SIMÕES, J. W. Adubação mineral na formação de mudas de eucalipto. IPEF. Piracicaba, v. 2/3, p. 35-49, 1971.

SNYDER, J.D.; E TROFYMOW, J.A. A rapid accurate wet oxidation diffusion procedure for determining organic and inorganic carbon in plant and soil samples. *Soil Sci. Plant Analisys.* v. 15, n.5, p. 587-597, 1984.

SOUZA, M. M.; LOPES, L. C. e FONTES, L. E. F. Avaliação de substratos para o cultivo de crisântemos (*Chrysanthemum morifolium* Ramat. Compositae). "White polaris" em vasos, *Revista Brasileira Horticultura Ornamental.* Campinas, v.1, n.2, p.71-77, 1995.

TEO & TAN. *Tomato production in cocopeat.* Planter, 1993, 69 p.

TILLMANN, M. A. A.; CAVARIANI, C.; PIANA, Z.; MINAMI, K. Comparação entre diversos substratos no enraizamento de estacas de Cróton (*Codiaeum variegatum* L.). *Sci Agric.* Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 17-20, 1994.

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.

VENTANOVETZ, P. R.; PETERSON, C.J. *Comparisons of growth for chrysanthemums and poissetias produced in prototypes of a new container and four potting media.* Ohio: Agricultural Research and Development Center Wooster. 1982. P 12-15. (Research Circular, 268)

VERDONCK, O. PENNINCK, R.; DE BOODT, M. The physical properties of different horticulture substrates. *Acta horticulture.* Wageningen, v.150, p. 155-160, 1983.

WARNCKE, D. Recommended test procedure for greenhouse growth media, p. 34-37. In: W. C. Dahnke (ed.). *Recommended Chemical Soil test procedures for the north central region*. North Dakota: Agr. Expt. Sta, 1988. (Bulletin 499).

WATERS, W. E.; LEWELLYN, W.; NESMITH, J. The chemical, physical and salinity characteristics of twenty seven soil media. *Proceedings of Florida State Horticultural*, Miami. v.83, p.482-488, 1970.

WILSON, C. G. S. Tomato production in bark substrates. *Acta horticulturae*. V. 150, p. 271-276, 1983.

## 8. ANEXOS

8.1. Esquema da Análise de variância para o delineamento inteiramente casualizado, onde os tratamentos são os substratos.

Fator de Variação	Graus de Liberdade	
Substratos	I - 1	
Resíduos	I (J - 1)	
Total	I J - 1	
Experimentos	I	J
Bioensaios 1	16	5
Bioensaios 2	16	5
Bioensaios 3	17	4
Bioensaios 4	7	6
Bioensaios 5	20	5
Bioensaios 6	5	5
Bioensaios 7	5	5
Caracterizações físicas e químicas	17	3

**8.2. Resultado das determinações de N, P e K nos substratos e na parte aérea das mudas após o encerramento do experimento com tomate (Bioensaio 5), 20 dias após o plantio.**

F E R R T I R R I G A D O	P A R T E A É R E A	N O S S U B S T R A T O S	N O S S U B S T R A T O S			N A P A R T E A É R E A D A S M U D A S		
			N	P	K	N	P	K
			-----%-----			-----%-----		
F E R R T I R R I G A D O	P A R T E A É R E A	Pmax	0,78 b c	0,021 a b c	0,0033bcdef	4,22 a b c	1,11 a b	6,47 c d e
		PC+Pmax	0,86 b c	0,032 a b	0,0046abc	4,69 a	1,29 a	6,72 c d e
		PC + Cp	1,27 a	0,031 a b c	0,0070a	4,68 a	1,15 a b	8,62 a b
		PC+Cp+V	1,37 a	0,033 a	0,0039bcde	4,33 a b c	1,18 a b	7,75 a b c
		Tr+V	0,51 e f g	0,022 a b c	0,0019defgh	4,27 a b c	1,21 a b	7,84 a b c
	N A D O U B O	Pmax	0,95 b	0,020 b c	0,0027cdefgh	3,67 a b c d e	1,12 a b	6,89 b c d e
		PC+Pmax	0,73 b c d	0,031 a b c	0,0030cdefgh	3,87 a b c d	1,23 a b	7,06 a b c d e
		PC + Cp	1,35 a	0,028 a b c	0,0058ab	4,66 a b	0,98 a b	8,71 a
		PC+Cp+V	1,35 a	0,025 a b c	0,0037bcdefg	4,26 a b c	1,13 a b	7,50 a b c
		Tr+V	0,52 d e f g	0,019 c d	0,0011gh	3,85 a b c d e	1,20 a b	6,30 c d e
	P A R T E A É R E A	Pmax	0,68 c d e f	0,028 a b c	0,0026cdefgh	3,64 b c d e	1,09 a b	6,12c d e
		PC+Pmax	0,75 b c	0,023 a b c	0,0017efgh	2,24 g h	1,22 a b	6,55 c d e
		PC + Cp	1,25 a	0,024 a b c	0,0039bcdef	2,83 e f g h	1,24 a b	7,58 a b c
		PC+Cp+V	1,42 a	0,031 a b c	0,0044bcd	3,50 c d e f	0,96 a b	6,64 c d e
		Tr+V	0,47 f g	0,008 d	0,0005h	2,98 d e f g	0,80 b	5,70 d e
N A D O U B O	Pmax	0,71 c d e	0,024 a b c	0,0013fgh	3,42 c d e f	1,10 a b	7,15 a b c d e	
	PC+Pmax	0,81 b c	0,029 a b c	0,0019defgh	2,33 g h	1,08 a b	6,81 c d e	
	PC + Cp	1,42 a	0,023 a b c	0,0035bcdefg	2,55 f g h	0,96 a b	7,32 a b c d	
	PC+Cp+V	1,44 a	0,023 a b c	0,0036bcdefg	2,08 g h	1,01 a b	6,90 b c d e	
	Tr+V	0,43 g	0,007 d	0,0004h	1,84 h	0,87 a b	5,45 e	
CV(%)			7,37	16,29	27,88	9,57	13,51	8,19
F			80,91**	9,83**	12,13**	22,89**	2,34*	6,54**

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**8.3.** Resultado das determinações da altura, diâmetro do caule e peso seco da parte aérea das mudas após o encerramento do experimento com tomate (Bioensaio 5), 20 dias após o plantio.

F E R R T I R R I G A D O	P R É	A D U B A D O		Altura	Ø caule	PSPA
				cm	mm	g
N F ã O R T I R R I G A D O	P R É	A D U B A D O	Pmax	16,80 d e	2,58 f g h	0,37 f
			PC+Pmax	23,10 a b c	3,29 a b c d e	0,69 a b c d
			PC + Cp	24,57 a b	3,53 a b	0,80 a b
			PC+Cp+V	24,10 a b	3,28 a b c d e	0,66 a b c d e f
	P R É	A D U B A D O	Tr+V	25,20 a	3,68 a	0,94 a
			Pmax	17,83 c d e	2,74 d e f g h	0,37 f
			PC+Pmax	24,53 a b	3,47 a b c	0,72 a b c
			PC + Cp	23,72 a b	3,46 a b c	0,67 a b c d e
	P R É	A D U B A D O	PC+Cp+V	22,07 a b c d	3,20 a b c d e f	0,59 b c d e f
			Tr+V	24,36 a b	3,41 a b c d	0,92 a
			Pmax	19,87 a b c d e	2,80 c d e f g h	0,54 b c d e f
			PC+Pmax	19,24 b c d e	2,68 e f g h	0,52 b c d e f
P R É	A D U B A D O	PC + Cp	20,10 a b c d e	2,99 b c d e f g	0,61 b c d e f	
		PC+Cp+V	18,10 c d e	2,55 f g h	0,44 c d e f	
		Tr+V	21,95 a b c d	3,10 a b c d e f g	0,79 a b	
		Pmax	20,79 a b c d	2,90 b c d e f g h	0,53 b c d e f	
P R É	A D U B A D O	PC+Pmax	17,50 d e	2,53 f g h	0,44 c d e f	
		PC + Cp	18,26 c d e	2,57 f g h	0,44 c d e f	
		PC+Cp+V	16,81 d e	2,46 g h	0,41 d e f	
		Tr+V	14,86 e	2,25 h	0,39 e f	
CV(%)				11,38	9,89	21,25
F				9,12**	10,37**	9,97**

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

### **Ficha catalográfica**

#### **Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - UFRPE**

**Pragana, Rossanna Barbosa**

POTENCIAL DO RESÍDUO DA EXTRAÇÃO DA FIBRA DE COCO  
COMO SUBSTRATO NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA/ Rossanna Barbosa  
Pragana. – Recife : A autora, 1999.

87 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de  
Pernambuco. Ciência do Solo, 1999.

Inclui bibliografia e anexo.

CDD –

CDU –

1. PÓ DE COCO

2. CARACTERIZAÇÕES FÍSICAS

3. CARACTERIZAÇÕES QUÍMICAS

4. BIOENSAIOS

5. TOMATE, PIMENTÃO, ALFACE, EUCALIPTO E RABANETE

I - Título