**INFLUÊNCIA DE FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO,
SUBSTRATO E ADUBO DE LIBERAÇÃO LENTA
NA PRODUÇÃO DO PORTA-ENXERTO CÍTRICO
LIMÃO CRAVO(*Citrus limonia* Osbeck)**

RENATO DELLA COLETTA FRANCESCATO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. ANTONIO FERNANDO L. OLITTA

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

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Agosto - 1995

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Divisão de Biblioteca e Documentação - CAMPUS "LUIZ DE QUEIROZ"/USP

Francescato, Renato Della Coletta

Influência de frequência de irrigação, substrato e adubo de libe-
ração lenta na produção do porta-enxerto cítrico limão cravo (Citrus
Limonia Osbeck). Piracicaba, 1995.
98p. ilus.

Diss.(Mestre) - ESALQ

Bibliografia.

1. Irrigação 2. Limão cravo como porta-enxerto - Produção I. Escola
Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 634.334
631.521

**INFLUÊNCIA DE FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO,
SUBSTRATO E ADUBO DE LIBERAÇÃO LENTA
NA PRODUÇÃO DO PORTA-ENXERTO CÍTRICO
LIMÃO CRAVO(*Citrus limonia* Osbeck)**

RENATO DELLA COLETTA FRANCESCATO

Aprovada em: 02 - 10 - 1995

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Antonio Fernando L. Olitta

ESALQ/USP

Prof. Dr. João Antonio Galbiatti

UNESP/JABOTICABAL

Dr. José Eduardo Oliveira de Lima

FUNDECITRUS

Prof. Dr. Antonio Fernando L. Olitta
Orientador

..." Faze-me ouvir teu amor pela manhã,
pois é em ti que eu confio;
indica-me o caminho a seguir,
pois eu me elevo a ti."...

Salmo 143

À Mara, companheira,
incentivadora e porto
seguro a cada volta das
contínuas ausências que a
missão me destina.

OFEREÇO

Aos meus queridos
pais, Esperio e Therezinha
e ao meu tio Ruben,
poderosos motivadores para
a luta contínua.

DEDICO

À meu irmão Amaury e
irmã Heloisa, companheiros
de jornada, fiéis
norteadores do rumo a
seguir.

MEU SINSERO OBRIGADO

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para que eu realizasse este curso de pós-graduação.

À AGROCITROS PRODUTOS AGRÍCOLAS LTDA por ter me cedido a propriedade, equipamentos e pessoal para os experimentos de campo.

Ao Dr. José Eduardo Oliveira de Lima pela orientação, estímulo, amizade e correção deste trabalho.

Ao Engenheiro Agrônomo Celso Oliveira de Lima pela orientação e ensinamentos fornecidos.

Aos funcionários da AGROCITROS, especialmente ao Da Lua, Valdir, Sílvio, Carmem, Ângela e Nair pela ajuda e amizade.

Ao Departamento de Engenharia Rural pela acolhida e por ter me colocado à disposição suas instalações e equipamentos.

Ao Prof. Dr. Antonio Fernando L. Olitta pela orientação.

Aos professores do curso de pós-graduação em Irrigação e Drenagem, pelos ensinamentos e colaborações.

Ao Ministério de Educação e Cultura - MEC - pela bolsa de estudo.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, especialmente à Marinêz, Roberta, Neide, Gilmar, Zezinho, Renato, Dona Lourdes, Hilda.

Aos funcionários da biblioteca da ESALQ pela colaboração e amizade.

Aos colegas do curso de pós-graduação pela amizade.

Ao amigo Celso Zaccaria pela amizade.

Aos meus familiares pelo apoio e incentivo.

À Mara pelo amor, compreensão e momentos felizes que passamos e haveremos de passar juntos.

ÍNDICE

	página
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE QUADROS.....	vii
RESUMO.....	ix
SUMMARY.....	x
1.INTRODUÇÃO.....	01
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. Considerações gerais.....	03
2.2. Irrigação.....	05
2.3. Substratos.....	08
2.3.1. Casca de Pinus.....	11
2.3.2. Turfa.....	13
2.3.3. Vermiculita.....	15
2.3.4. Perlita.....	18
2.4. Adubação mineral.....	20
3.MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1. Local do experimento.....	25
3.2. Variedade e obtenção de sementes.....	26
3.3. Recipientes.....	26
3.4. Irrigação.....	27
3.5. Substratos utilizados.....	28
3.6. Adubação mineral.....	29
3.7. Delineamento experimental.....	30

	página
3.8. Avaliações dos tratamentos.....	30
3.8.1. Análise do equipamento de irrigação...	31
3.8.1.1. Estufa.....	31
3.8.1.2. Microaspersores.....	31
3.8.2. Curva de retenção de umidade.....	32
3.8.3. Condutividade elétrica e pH dos substratos.....	32
3.8.4. Porcentagem de umidade dos substratos.....	33
3.8.5. Porcentagem de emergência.....	34
3.8.6. Comprimento de raiz e altura de plantas.....	35
3.8.7. Volume do sistema radicular.....	35
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1. Análise do equipamento de irrigação.....	36
4.2. Substratos.....	42
4.3. Plantas.....	60
5.CONCLUSÕES.....	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXO.....	93

LISTA DE FIGURAS

	página
FIGURA 1: Representação gráfica da distribuição de água na estufa.....	37
FIGURA 2: Representação gráfica da distribuição de água no local do experimento.....	37
FIGURA 3: Curva característica do microaspersor....	40
FIGURA 4: Comparação entre o perfil de distribuição de água do microaspersor obtido em laboratório e o fornecido pelo catálogo do fabricante..	41
FIGURA 5: Representação gráfica da precipitação do microaspersor obtida no laboratório.....	42
FIGURA 6: Porcentagem de umidade do substrato PINUS - sem adubação, nas três frequências analisadas.....	47
FIGURA 7: Porcentagem de umidade média dos cinco substratos testados, na frequência 2 de irrigação.....	48
FIGURA 8: Curva de retenção de umidade para os cinco substratos utilizados.....	51
FIGURA 9: Representação gráfica do pH da água, coletado durante o período de ensaio.....	54

- FIGURA 10: Comportamento do substrato CITRI 2 - com adubo, em termos de pH, nas três frequências analisadas..... 56
- FIGURA 11: Representação gráfica do pH dos substratos na frequência 2 de irrigação..... 56
- FIGURA 12: Representação gráfica do substrato PINUS, com e sem adubo, nas três frequências estudadas, em relação à condutividade elétrica encontrada..... 59
- FIGURA 13: Comprimento de raiz para os diferentes substratos utilizados a frequência 2 de irrigação..... 65
- FIGURA 14: Comportamento do substrato PLANTMAX, com adubo, em relação às diferentes frequências de irrigação..... 68
- FIGURA 15: Valores de altura de plantas, para os diferentes substratos, obtidos na frequência 2 de irrigação..... 71
- FIGURA 16: Volume de raiz para os diferentes substratos testados, na frequência 2 de irrigação. 76
- FIGURA 17: Representação gráfica do volume de raiz, obtido na frequência 2 de irrigação, para os substratos utilizados..... 78

LISTA DE QUADROS

página

QUADRO 1: Volumes médios coletados, em l/hora, e Coeficiente de Variação de Fabricação (CVf) do microaspersor utilizado , em relação às diferentes pressões analisadas.....	39
QUADRO 2: Valores de umidade dos substratos, em porcentagem, obtidos antes da irrigação..	43
QUADRO 3: Valores de umidade dos substratos, em porcentagem, obtidos após a irrigação....	44
QUADRO 4: Valores médios de umidade dos substratos, em porcentagem.....	45
QUADRO 5: Valores de porcentagem de umidade, a base de volume, em relação à várias tensões.....	49
QUADRO 6: Valores obtidos de pH dos substratos para os diferentes tratamentos estudados.....	52
QUADRO 7: Valores obtidos de condutividade elétrica dos substratos, em parte por mil, obtidos durante o período de ensaio.....	57
QUADRO 8: Dados de porcentagem de germinação de plantas para os diferentes tratamentos analisados.....	61

QUADRO 9: Valores de comprimento de raiz, obtidos nos diferentes tratamentos realizados.....	63
QUADRO 10: Valores obtidos de altura de plantas para os diferentes tratamentos estudados.....	67
QUADRO 11: Valores obtidos de volume de raiz, em centímetros cúbicos, nos diferentes tratamentos realizados.....	74

**INFLUÊNCIA DE FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO, SUBSTRATO E ADUBO
DE LIBERAÇÃO LENTA NA PRODUÇÃO DO PORTA-ENXERTO
CÍTRICO LIMÃO CRAVO(*Citrus limonia* Osbeck)**

Autor: Renato Della Coletta Francescato

Orientador: Antonio Fernando L. Olitta

RESUMO:

Desenvolvido em um viveiro comercial de mudas cítricas, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento do porta-enxerto cítrico limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck) quando submetido à diferentes frequências de irrigação, substratos e adubo de liberação lenta. Foram testadas três frequências de irrigação, um adubo encapsulado conhecido comercialmente por Osmocote e cinco substratos, sendo quatro comerciais, CITRI 1, CITRI 2, PLANTMAX e RENDMAX e um produzido na própria propriedade. Os substratos eram constituídos basicamente de casca de Pinus, vermiculita, turfa e perlita, os quais eram colocados em bandejas com tubo de polietileno ou "dibble tube" e conduzidos para o interior de estufa. Verificou-se que a manutenção de baixos valores de tensão ($< 1,0$ KPa) e alta disponibilidade de água dos substratos (60%) são fatores imprescindíveis para a produção de porta-enxertos de boa qualidade. A irrigação frequente ou seja, diária, fez com que o pH do meio se elevasse e a condutividade elétrica diminuísse, com os melhores valores obtidos compreendidos em torno de 6,1 a 6,4 e 0,1 g/l, respectivamente. Dos substratos testados, CITRI 1 apresentou os melhores resultados com relação à altura de plantas, comprimento e volume de raiz. A presença do adubo Osmocote apresentou ótimos resultados e foi um fator muito importante para os valores obtidos.

palavras chaves: porta-enxerto cítrico, irrigação, substratos, fertilização, tubetes.

**INFLUENCY OF IRRIGATION FREQUENCY, GROWING MEDIA
AND SLOW RELEASE FERTILIZER UPON RANGPUR LIME
(*Citrus limonia* Osbeck) ROOTSTOCKS PRODUCTION**

Author: Renato Della Coletta Francescato

Adviser: Dr. Antonio Fernando L. Olitta

SUMMARY

Developed at a commercial citrus nursery, the following research had the main purpose of evaluating the development of rangpur lime rootstock (*Citrus limonia* Osbeck) seedlings when cultivated at different irrigation frequencies, growing media and slow release fertilization. Three irrigation frequencies, one slow release fertilization, and five commercial growing media were tested. The growing media were basically composed of Pinus bark, vermiculite, turf and perlite, placed in dibble tubes under greenhouse conditions. It was verified that low water tension values (< 1.0 KPa) and high water disponibility (60%) of the growing media are important factors in the production of high quality rootstock seedlings. Daily irrigation raised the media pH to higher values and lowered electrical conductivity (CE), the best results obtained with 6.1 - 6.4 pH range and 0.1 g/l CE. CITRI 1 growing media showed the best results for plant height and root system length and volume of all tested media. The application of Osmocote slow release fertilizer mixed in the growing media gave good results and was a very important factor in the seedling development.

key words: citrus rootstocks, irrigation, growing media,
fertilizer, greenhouse, dible tubes.

1. INTRODUÇÃO

A planta cítrica é uma unidade de produção formada pela associação de dois indivíduos, copa e porta-enxerto, geneticamente diferentes e que devem viver em estreito relacionamento, mutuamente benéfico, para que a planta criada por ocasião da enxertia seja produtiva e longa, (POMPEU JR., 1988).

O primeiro estágio de formação da muda cítrica constitui-se na instalação de sementeiras, que requerem uma série de cuidados, sem os quais não se conseguirá obter "cavalinhos" sadios e vigorosos, imprescindíveis à formação de uma boa muda.

Durante muito tempo, a produção de porta-enxertos cítricos tem sido realizada por meio da semeadura em canteiros, com posterior repicagem das plantas para o viveiro.

Uma das principais inovações introduzidas foi a utilização da semeadura direta, dentro de estufas, em

recipientes de plástico rígido e os sistemas de bandejas com o emprego de substratos livres de solo.

No entanto, pouco se conhece sobre o processo, a quantidade e a forma de utilização desses substratos, no que se refere ao melhor crescimento e padrão de qualidade dos porta-enxertos cítricos, uma vez que, a maioria dos experimentos relacionados a este assunto estão direcionados à produção de mudas florestais.

Um dos aspectos mais relevantes para o apropriado desenvolvimento das plantas em tal sistema de produção está relacionado com a adequada irrigação a que estas devem ser submetidas, a fim de se evitar problemas ocasionados pela falta ou excesso de umidade.

Em face da escassez de informações sobre o assunto e para superar os problemas existentes, torna-se necessário estudar a presente tecnologia, para que a produção de porta-enxertos cítricos tenha um padrão de qualidade adequado para o plantio e confecção das mudas.

Com a finalidade de poder contribuir com o exposto acima, este trabalho tem como objetivo avaliar o desenvolvimento do porta-enxerto cítrico limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck) quando submetido à diferentes frequências de irrigação e cultivado em vários substratos, utilizando-se adubos de liberação lenta.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações Gerais

Tanto no Brasil como em muitos outros países, a produção de porta-enxertos cítricos tem sido realizada ao ar livre por meio de semeadura direta em sementeiras, com posterior transplante para outro local dentro do viveiro. Atualmente, é notório a incorporação de tecnologia de produção de plantas em casa-de-vegetação e estufas plásticas que alguns viveiristas da Austrália, Estados Unidos e Espanha têm levado ao conhecimento de todos com bons resultados fitotécnicos e econômicos (CASTLE & FERGUSON, 1982; CASTLE *et alii*, 1979).

Os processos viveirísticos realizados em estufas climatizadas com substratos inertes, resultam numa notável diminuição do período necessário para a produção de porta-enxertos, possibilitando uma melhor programação do cultivo de acordo com a demanda e fornecendo uma série de vantagens de

ordem econômica e cultural (BALLESTER-OLMOS *et alii*, 1988).

A partir de 1970, uma das principais inovações introduzidas na produção de mudas de essências florestais foi a utilização da semeadura direta em recipientes que, sob condições favoráveis, apresenta potencialidades que tem motivado, nos últimos anos, intensiva experimentação, sobretudo em relação à sua viabilidade técnica e econômica (BRANDI & BARROS, 1971; SIMÕES *et alii*, 1970; GOMES & COUTO, 1985).

Tais inovações têm sido empregadas atualmente na produção de mudas cítricas, ocasionando grande entusiasmo entre os viveiristas, pois a semeadura direta em recipientes plásticos dispensa a confecção de canteiros para sementeira, a repicagem e o sombreamento das mudas. Além dessas vantagens, permite produzir mudas de melhor qualidade a um menor custo, reduzindo perdas causadas por doenças fúngicas, diminuindo o tempo de produção, melhorando a conformação do sistema radicular e aumentando a sobrevivência dos plantios no campo (SIMÕES, 1970; GOMES & COUTO, 1985).

A utilização de recipientes plásticos em viveiros tem se desenvolvido rapidamente em muitos lugares do mundo devido ao fato deles permitirem uma melhor produtividade e uma melhor organização da produção. O desenvolvimento desta técnica tem sido possível com a utilização de produtos como os

substratos, entre os quais estão a terra de subsolo, a moinha de carvão, o bagacilho de cana, a casca de Pinus, a vermiculita, dentre outros (HODGSON, 1981).

A retenção de água pelos substratos utilizados é um fator importante no manejo da irrigação de plantas cultivadas em tubetes e potes. A capacidade de um substrato, ou seja, a quantidade de água retida por um meio após saturação e drenagem livre, é frequentemente utilizada para descrever a capacidade de retenção de água do mesmo (ELLIOTT, 1992). Porém, poucas informações têm estado disponível a fim de alertar sobre as características de retenção de umidade dos meios, principalmente quando estes estão relacionados com a produção de porta-enxertos cítricos.

2.2 Irrigação

Sabido é que as culturas requerem adequado suprimento de água durante todo o ciclo para atingirem crescimentos potenciais. Após prolongados déficits de água o metabolismo das plantas apresenta profundas alterações que conduzem a um desenvolvimento insatisfatório e à queda na produção (Kozlowski, citado por LEITE & MEDINA, 1985).

O efeito de déficits de água e altas temperaturas sobre as plantas é complexo e estas respondem com

muitas adaptações protetivas. Durante a seca, a planta sofre desidratação de suas células e também um considerável aumento na sua temperatura, ocasionando múltiplos efeitos que, adicionados à diminuição na turgescência, reduzem o crescimento das plantas. (LEITE & MEDINA, 1985).

Muitos pesquisadores observaram limitações ao se cultivar plantas em pequenos recipientes, tais como os tubetes, e os vários problemas associados com os substratos utilizados, refletindo no dilema entre ser muito pequeno e a alta necessidade de água requerida pela planta. O encharcamento dos tubetes resulta em muita água e, desta forma, pouco ar, enquanto o pequeno volume dos tubetes limita a quantidade de água disponível para o crescimento das plantas (MILKS *et alii*, 1989).

Segundo RIVIERE *et alii* (1990), o bom crescimento das plantas cultivadas em substratos livres de solo depende do ajustamento adequado entre a quantidade de água necessária às plantas em relação à aeração destes substratos. Esses mesmos autores concluíram que para plantas com alta necessidade de água, os melhores resultados foram obtidos com substratos de alta disponibilidade de água (30% volume), aeração média (20% volume com tensão de 10 mca ou 98,09 KPa) e com irrigação frequente. De modo inverso, concluíram que, para plantas com menores necessidades de água,

é preferível utilizar substratos de disponibilidade de água média a alta (20-30% volume) e irrigação menos frequente.

KIEHL *et alii* (1992), trabalhando com crisântemos cultivados em diferentes substratos com vários níveis de tensão de umidade, obtiveram os melhores resultados de crescimento de plantas em valores de tensão baixos (0,8 KPa) e com alto conteúdo de umidade (71%).

Segundo MILKS *et alii* (1989), o cultivo de plantas em pequenos recipientes geralmente apresenta crescimento limitado, devido aos baixos níveis de aeração e capacidade de retenção de água dos substratos. Esses níveis podem ser alterados através de certas práticas tais como a compactação do meio, o umidecimento prévio do substrato, a altura e o volume do recipiente, a razão entre turfa (ou outro meio):vermiculita, o tamanho das partículas e o uso de agentes retentores de umidade.

ELLIOTT (1992), comparando vários sistemas de irrigação em vários substratos, concluiu que o tipo de irrigação e o melhoramento do substrato com a utilização de gel hidrofílico afetaram significativamente a capacidade efetiva de retenção de água nos substratos, sendo que a irrigação por microaspersão forneceu os melhores resultados.

BALLESTER-OLMOS *et alii* (1989) também concluíram, em um experimento realizado na região de Valência,

Espanha, que a irrigação por microaspersão forneceu os melhores resultados de crescimento dos porta-enxertos cítricos Cleopatra e Citrange Troyer cultivados em tubetes, quando comparados com a utilização de microtubos e a rega manual.

2.3. Substratos

O substrato tem como principal função a de sustentar a planta e de fornecer nutrientes a ela. É composto de uma parte sólida (partículas minerais e orgânicas) e uma gasosa formada pelos poros, que podem ser ocupados pela água e/ou ar. O desenvolvimento e a eficiência do sistema radicular são grandemente influenciados pela aeração do solo, a qual depende da quantidade e do tamanho das partículas que definem a textura deste (STURION, 1981).

Segundo SPURR & BARNES (1973), o substrato exerce uma influência significativa na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas, assim como, ORLANDER & DUE (1986), na translocação de água no sistema solo-planta-atmosfera.

Segundo STURION (1981), o crescimento e a eficiência do sistema radicular são bastante influenciados pela aeração do solo. Isso porque, entre outros, o crescimento é um processo que requer energia, obtida pelas células das

raízes, as quais, por meio da respiração, retiram o oxigênio retido nos interstícios existentes entre as partículas sólidas do substrato.

KRAMER & KOZLOWSKI (1960) mencionam que a deficiência do oxigênio no substrato causa, muitas vezes, a paralização do crescimento radicular, com injúrias ou morte deste. Essa deficiência pode ser induzida por inundação, baixa drenagem ou compactação do substrato.

O substrato, segundo uma versão do ideal, deve ser de baixa densidade, rico em nutrientes, ter uma composição química e física uniforme, elevada capacidade de retenção de água, aeração e drenagem eficiente, boa coesão entre as partículas ou aderência junto às raízes e ser preferencialmente um meio estéril (COUTINHO & CARVALHO, 1983).

Jarlet, citado por SIMÕES (1970), aponta a importância da composição do substrato e destaca que a análise química deste é imprescindível para a economia de fertilizantes, para produção de mudas com as características desejáveis e para evitar os danos causados pela existência de acidez elevada do substrato (CARNEIRO, 1983).

De acordo com STURION (1981), caso haja água, qualquer que seja a reação inicial do substrato, a tendência natural é a acidificação deste. Esse autor ressalta que o pH baixo é prejudicial, porque reduz sensivelmente a atividade de

bactérias e actinimicetos. A formação de nitratos e sulfatos diminui a disponibilidade de cálcio, magnésio e potássio, insolubiliza o fósforo, o boro, o cobre e o zinco, e provoca o aparecimento de quantidades tóxicas de alumínio. Por outro lado, um pH muito elevado diminui demasiadamente a disponibilidade do fósforo, boro, cobre, zinco, ferro e manganês. Segundo ele, o ideal seria manter o pH na faixa próxima de 6,0 , na qual haveria quantidade suficientemente disponível de todos os nutrientes, não ocorrendo problemas de toxidez, provocada por excesso de alumínio e manganês.

Segundo HANDRECK & BLACK (1994), o efeito do pH sobre a disponibilidade de nutrientes em meios altamente orgânicos, tais como os substratos, é diferente quando comparado aos solos naturais. De acordo com esses autores, o pH ótimo para tais meios deve estar em torno de 0,5 a 1 unidade abaixo do recomendado para os solos. Tais pesquisadores também se referem à problemas de salinidade dos substratos, informando que um nível baixo é essencial para o crescimento das plantas. A salinidade pode aparecer através do próprio meio utilizado, pela água de irrigação ou pelo uso de fertilizantes.

Na década de 1970, BRANDI & BARROS (1971) já apontavam o tipo de embalagem e o substrato como fatores importantes no crescimento da muda na fase de viveiro e de

campo. Dentre os substratos que podem ser utilizados na produção de mudas de várias espécies, destacam-se a vermiculita, a casca de Pinus, o composto orgânico, a serragem, o bagaço de cana, a perlita e muitos outros.

BALLESTER-OLMOS *et alii* (1988), trabalhando na Espanha com cinco substratos comerciais a base de turfa e areia, não obtiveram resultados significativos quanto a germinação e crescimento de quatro espécies e híbridos de citrus, concluindo que a não necessidade de se importar turfas de outros países, provavelmente, acarretaria em uma grande economia para os viveiristas.

Materiais como terra e/ou areia já foram verificados como não aptos a serem usados como substrato em tubos plásticos, face ao seu peso e consequente desagregação. A vermiculita é um meio que supera tais deficiências (Tinus & McDonald, citados por CAMPINHOS JR. & IKEMORI, 1983). A turfa ou o musgo podem ser também meios adequados, no entanto, estes produtos são pouco industrializados no Brasil.

2.3.1. Casca de pinus

Muitos viveiros ornamentais, florestais e outros tem utilizado exclusivamente a camada inferior do solo como o meio de crescimento das plantas, desde que tal sistema de

produção foi iniciado no final do século XIX. Vários lugares vem operando deste modo a mais de 50 anos e, desta forma, a aquisição de tal material tem se tornado cada vez mais difícil. A falta de solo para viveiro e a baixa qualidade das plantas devido à utilização de solo menos apropriado, têm estimulado investigações científicas de substratos livres de solo. Estas investigações tem coincidido com o desenvolvimento de recipientes, os quais são mais adaptados aos substratos de peso relativamente leves (HODGSON, 1981).

A utilização de sobras de serrarias como substrato de crescimento de plantas foi a direção mais interessante a ser tomada pelas investigações na procura de um meio adequado. Tais sobras incluem o pó de serra de madeiras duras e macias assim como as cascas de árvores. A casca de pinus moída é utilizada como substrato de crescimento em alguns viveiros americanos e tem sido testado com sucesso em estações de reflorestamento florestais (Tinus e McDonald e Morze, citados por HODGSON, 1981).

De acordo com BROWN & POKORNY (1975), a utilização de casca de pinus como um substituto da turfa na preparação de substratos tem crescido muito, porém, pouco se conhece sobre as propriedades físicas e químicas deste composto.

A casca de árvores é mais pesada que a turfa e

pode reter uma quantidade um pouco maior de água disponível para as plantas. A sua capacidade de troca catiônica geralmente é menor que a turfa, porém, após a decomposição das cascas, estas podem exceder os valores observados nesta última (Owston, 1973; Montano *et alii*, 1977, citados por HODGSON, 1981).

Segundo VAN DER BOON & NIERIS (1985), mesmo quando as plantas estão bem supridas dos nutrientes, as diferenças no desenvolvimento ocorrem, principalmente devido a baixa capacidade de retenção de água dos substratos utilizados. De acordo com eles, a literatura algumas vezes não recomenda a adição de mais de 25% de casca de árvores em meios de crescimento. Porém, em experimento realizado, não encontraram nenhuma diferença no desenvolvimento de algumas espécies arbóreas com a utilização de maiores porcentagem em volume de casca de coníferas.

2.3.2. Turfa

A turfa é uma substância fóssil organomineral, de consistência branda quando molhada, tenaz quando seca, de coloração variável entre o cinza e o preto, encontrada em alagadiços e que ultimamente tem sido explorada como fertilizante orgânico industrializado. As turfas tornam-se

economicamente interessantes quando o conteúdo de matéria orgânica apresenta-se acima de 40%, (KIEHL, 1985).

A utilização agrícola da turfa tem sido: como solo agrícola; como fonte de matéria orgânica para fertilizar e melhorar as propriedades do solo; como portadora de matéria orgânica enriquecida de nutrientes minerais, sendo comercializada com a denominação de fertilizante organomineral; mais recentemente, como substrato de plantas cultivadas em vasos, tubetes ou bandejas de isopor; como matéria prima para preparar composto, como cama de animal e para outros fins; para embalagens, etc. (KIEHL, 1985).

De acordo com HODGSON (1981), a mistura de turfa com vermiculita é o substrato mais utilizado no hemisfério norte para a produção de mudas de espécies florestais, devido ao fato de apresentar importantes características como meio de crescimento.

A turfa de musgo, composta de esfagno, conservada sob certas condições de umidade em um estado parcialmente decomposta, é o meio mais apropriado para o crescimento de sementeiras de *Pinus* (Hellum, citado por HODGSON, 1981).

CAMPINHOS JR e IKEMORI (1983), utilizando vermiculita, serragem, turfa e suas misturas, observaram que a mistura de turfa com a vermiculita pode ser, também, um meio

adequado para produção de mudas em tubetes.

CAMPINHOS JR *et alii* (1983), testaram turfa, vermiculita e suas combinações como substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus* em tubetes. Observaram que o melhor meio para a produção de mudas de tais espécies, por sementes, foi a mistura de turfa com vermiculita, na proporção de 2:1, tanto no crescimento em altura como na agregação do sistema radicular.

BALLESTER-OLMOS *et alii* (1988), estudando cinco tipos de substratos compostos basicamente de turfa sobre a germinação e crescimento de quatro espécies e híbridos cítricos, não obtiveram diferenças significativas sobre tais parâmetros. As turfas utilizadas foram de esfagno alemão e espanhol, a turfa negra procedente do norte da Alemanha e algumas combinações.

2.3.3. Vermiculita

A vermiculita é um mineral constituído de lâminas justapostas de tetraedros de sílica e octaedros de ferro e magnésio e de estrutura variável, que submetido a aquecimento expande-se consideravelmente, pelo aumento de espaço entre suas camadas (MONIZ, 1975). A vermiculita, quando expandida, apresenta uma alta capacidade de retenção de

água, ar e nutrientes transferíveis às plantas, podendo apresentar uma CTC de 100-150 meq/100g (Grim, 1968, citado por FERNANDES *et alii*, 1983).

Assim, a vermiculita é um excelente condicionador do solo, podendo melhorar as suas propriedades físico-químicas e hídricas (MINAMI, 1984). Ela evita a perda de N, P e K por lixiviação, em substratos compostos de areia e turfa (URQUIAGA *et alii*, 1982).

Segundo FREITAS *et alii* (1980), em virtude de suas propriedades físicas, a vermiculita age sobre a água do solo, retendo-a e deixando-a disponível para a planta, em caso de uma pequena estiagem.

Isso foi confirmado por FERNANDES *et alii* (1983), segundo os quais houve decréscimo no índice de falhas, no período de seca, com a dosagem crescente de vermiculita em plantios de *E. saligna*.

FREITAS *et alii* (1980), mencionam ainda que a vermiculita beneficia o crescimento das plantas, porém resulta em plantas com nível de nitrogênio total inferior ao das plantas crescidas em substratos com matéria orgânica. Essa diferença aumenta com o tempo de permanência da planta no substrato.

A importância da vermiculita é ressaltada por HODGSON (1981), que cita a sua mistura com turfa como sendo o

substrato mais utilizado para a produção de mudas de espécies florestais no hemisfério norte. Quando devidamente preparada, segundo este mesmo autor, este meio é leve e uniforme em sua composição, possui uma alta capacidade de troca catiônica (CTC) por unidade de massa seca, uma alta capacidade de retenção de água e possui, ainda, boa aeração e drenagem. Tais características são de importantíssimo valor para os meios de crescimento.

Outra vantagem do uso da vermiculita na constituição dos substratos é que ela favorece a operação de retirada das mudas, quando produzidas em bandejas de isopor ou tubetes (FERNANDES *et alii*, 1983).

De acordo com AGUIAR & MONOGIOS (1988), se relacionando à vermiculita, notou-se em experimento realizado com produção de mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook em bandejas de isopor, uma tendência de as granulações superfina e micron serem mais favoráveis do que a fina, sugerindo que quanto menor o diâmetro dos grãos, melhor o comportamento do substrato. Tais autores dizem ainda que o estado de agregação entre o sistema radicular e o substrato é um requisito fundamental para o sistema de produção de mudas em bandejas de isopor e tubetes.

GALBIATTI *et alii* (1992) concluíram que a vermiculita expandida, misturada ao solo a base de 10% em

volume, influencia o comportamento dos parametros hídricos do mesmo (retenção de umidade, condutividade hidráulica saturada e umidade de saturação). Verificaram também que os tipos de vermiculita com granulometria mais fina, parecem ser os mais eficientes em melhorar as condições hídricas dos solos, principalmente dos arenosos.

2.3.4. Perlita

Derivada de rochas vulcânicas, que após esmagamento e posterior aquecimento ($\pm 1000^{\circ}\text{C}$), a perlita tem-se tornado um bom aditivo à vários meios de crescimento (substratos) de plantas cultivadas em vasos, bandejas de isopor, tubetes, etc..No processo de aquecimento da rocha vulcânica, a pequena quantidade de água, contida dentro da mesma, evapora-se fazendo com que ela se expanda semelhante a um milho de pipoca, (THOMAS, 1989).

As características desejáveis da perlita constituem-se de possuir baixo peso, ser estéril, estável, facilmente disponível, ter qualidades bastante uniforme, preço relativamente competitivo e ser quimicamente inerte e neutro. Possui também uma boa drenagem com uma excelente aeração, sendo portanto, praticamente impossível de ser encharcada, (Hall et alii citado por THOMAS, 1989).

Segundo DAVIDSON *et alii* (1981), a perlita tem um pH quase neutro e uma capacidade de retenção de água, na superfície das partículas, de três a quatro vezes o seu peso, além de ser um material que não possui capacidade de troca catiônica. De acordo com estes mesmos autores, a perlita é um bom meio de propagação, assim como, um incremento para diminuir o peso e melhorar a aeração de substratos utilizados para culturas de tubetes, etc..

LANGERUD *et alii* (1987), estudando o desenvolvimento de *Picea abies* (L) Karst. em tubetes com vários substratos a base de turfa, perlita e casca de Pinus, observaram que com o aumento da concentração da perlita, houve aumento na porosidade do substrato e que isto influenciou positivamente no comprimento do caule e no peso seco das plantas.

Em experimento realizado na Itália, LA MALFA & RUGGERI (1989), obtiveram os melhores resultados em altura de *Howea forsterana* Becc. (Kentia) com a presença de perlita nos substratos testados, informando aumentos de 25% quando comparado com um substrato padrão composto de turfa, vermiculita e areia.

LINARDAKIS & MANIOS (1991), também obtiveram melhores resultados com a utilização de perlita na produção de morangos em bandejas verticais, sendo que o substrato composto

de 80% de perlita + 20% de turfa, forneceram os mais altos valores.

2.4. Adubação mineral

A produção comercial de plantas cultivadas em recipientes tem aumentado tremendamente nas últimas décadas devido às vantagens que a tornam desejáveis. Porém, um dos problemas enfrentados pelos usuários de tal tecnologia relaciona-se à nutrição ou fertilização adequada das plantas nestes recipientes. O pequeno volume de solo e a alta taxa de lixiviação, particularmente de nitrogênio, representam dificuldades de manutenção de níveis adequados de nutrientes devido, principalmente, à frequente irrigação utilizada. Adicionado a isto, muitos substratos comerciais leves que são utilizados para se reduzir o custo de mercado, geralmente possuem uma baixa capacidade de troca catiônica (FURUTA et alii, 1961).

Os materiais descritos anteriormente possuem quantidades insuficientes de nutrientes para um bom desenvolvimento das plantas sendo, portanto, necessário se fazer adubações complementares. Tais adubações, podem ser feitas nos substratos imediatamente antes da sua utilização, para que se torne disponível vagarosamente durante o período

de crescimento da planta, ou também pode ser feito após a germinação (HODGSON, 1981). Desta forma, agricultores e viveiristas possuem uma vasta quantidade de materiais fertilizantes que podem ser selecionados de acordo com as preferências e necessidades individuais.

O interesse em fertilizantes de disponibilidade controlada tem sido evidente devido aos vários produtos que tem sido apresentados (OERTLI *et alii*, 1962), sendo que, desde os meados de 1950, vários produtos de liberação lenta tem sido introduzidos (DAVIDSON *et alii*, 1981).

Os fertilizantes revestidos de liberação lenta, ou de disponibilidade retardada, são fertilizantes em que os grânulos são revestidos por uma fina camada de substância diferente, em geral destinada a evitar absorção de umidade ou 'empedramento' ou por outras razões; revestimentos mais espessos ou impermeáveis são às vezes usados para atrasar ou prolongar a liberação dos nutrientes dos grânulos (MALAVOLTA, 1981).

Segundo Donald, citado por HODGSON (1981), o uso de adubos de liberação lenta possui grandes vantagens, tais como: os nutrientes são liberados gradualmente, a uma proporção em que a planta pode assimilar rapidamente, fazendo com que a perda por lixiviação seja reduzida ao mínimo; altas concentrações de sais solúveis, que podem queimar ou matar as

plântulas, são praticamente descartadas; e, usualmente uma única aplicação é o suficiente para suprir a necessidade da planta em termos nutricionais.

Vários experimentos tem demonstrado que as taxas de liberação de nutrientes neste tipo de adubo são influenciadas pela espessura do revestimento, umidade e temperatura do local, sendo que, o pH e a atividade microbiológica não influenciam significativamente (LUNT *et alii*, 1962).

Isto foi demonstrado por OERTLI *et alii* (1962), que em um ensaio demonstrou que o aumento da temperatura de 10°C para 20°C, praticamente dobrou a taxa de liberação dos nutrientes e que o pH do solo não influenciou tal característica.

DAVIDSON *et alii* (1981), afirmam que os adubos de liberação lenta são altamente recomendados na produção de plantas cultivadas em recipientes devido às inúmeras vantagens descritas anteriormente, apesar de serem relativamente mais caros que os fertilizantes usuais.

O produto comercial Osmocote, é um adubo de liberação lenta muito utilizado por viveiristas dos Estados Unidos, Africa do Sul, Austrália, etc.. Trata-se de pequenas esferas homogêneas de adubos solúveis em água cobertas com uma resina plástica, as quais não são dissolvidas em água, mas se

tornam hidratadas e liberam os nutrientes, devido à pressão osmótica, sendo o processo dependente da temperatura e umidade (WARRALL et alii, 1987).

Em experimento realizado na Austrália, LAMONT et alii (1987), determinaram as taxas de liberação dos fertilizantes de liberação lenta Nutricote (16N:4,4P:8,3K; formulação para 8 a 9 meses), Osmocote tipo A (18N:4,8P:8,3K; formulação para 8 a 9 meses) e Osmocote tipo B (18N:2,6P:8,7K; formulação para 8 a 9 meses), constatando que estas foram afetadas tanto pela temperatura como pelo tempo. Verificaram também que se a temperatura média do ambiente fosse abaixo de 25°C por um período prolongado, a taxa de liberação do fertilizante Nutricote era significativamente menor, quando comparada com as duas formulações de Osmocote.

LAMONT et alii (1988), trabalhando com doses crescentes de Osmocote, com uma formulação de N:P:K (18:4,8:8,3) e recomendada para adubação de 8 a 9 meses, na cultura de palma (*Howea forsterana*), constataram que as doses menores (0,5kg/m³) não foram suficientes para um bom crescimento das plantas, constatando um amarelecimento generalizado das plantas. De outro modo, doses muito grandes (6,5 kg/m³) ocasionaram necroses no sistema radicular e queima nas margens das folhas mais velhas, relacionadas com o aumento da salinidade ou queima pelo fertilizante. As doses

intermediárias, de 2,8 a 3,4 kg/m³ foram as que apresentaram melhores resultados.

DOUGHTY et alii (1985), constataram que o uso de Osmocote em palmas (*Phoenix roebelenii* O'Briam) cultivadas em recipientes com o substrato Metro Mix 500, forneceram as mais altas porcentagens de folhas quando comparadas com o outro fertilizante utilizado (SulfurKote).

WORRALL et alii (1988), também observaram a superioridade do fertilizante Osmocote em 16 espécies vegetais, no que se refere ao tamanho das plantas. Segundo estes autores, a diferença encontrada foi, provavelmente, devida ao alto conteúdo de nitrogênio presente no Osmocote e também pela diferença na taxa de liberação entre os outros fertilizantes estudados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do Experimento

O presente trabalho foi desenvolvido em um viveiro comercial de mudas cítricas, de propriedade particular, denominado AGROCITRUS MUDAS E PRODUTOS AGRÍCOLAS LTDA, localizado no município de Casa Branca, Estado de São Paulo, cujas coordenadas são: latitude 21° 52'S, longitude 47° 06'WGr e altitude de 685 metros. O clima da região, segundo a classificação de William Köpper (TUBELIS & NASCIMENTO, 1980) é Cwa, isto é, subtropical úmido, seco no inverno e com chuvas de verão, apresentando uma precipitação e temperatura média anual de 1450 mm e 19,8°C, respectivamente.

O ensaio foi desenvolvido dentro de uma estufa tipo tunel fechado, de 40 metros de comprimento por 6,40 metros de largura, totalizando uma área interna de 256 m², durante o período de 03/03 à 01/06 de 1994. Possuia, em seu

interior, quatro bancadas de arame galvanizado liso a 0,60 metros de altura do chão para acomodação das bandejas, sendo três de 1,22 metros e uma de 0,86 metros de largura.

A área experimental era constituída de três blocos de 3 x 2,3 metros, com 20 bandejas individualmente, localizados nas bancadas centrais da estufa, totalizando uma área de 20,70 m².

3.2. Variedade e Obtenção de Sementes

A variedade utilizada neste ensaio foi o limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck), sendo as sementes procedentes do próprio viveiro, o qual possui um pomar exclusivo para tal finalidade.

No momento da semeadura utilizou-se duas sementes por recipiente fazendo-se, após a emergência, uma seleção e desbaste, para que fosse deixado apenas uma planta por tubete.

3.3. Recipientes

Os recipientes utilizados para a semeadura, denominados tubetes de polietileno ou "dibble tube", são de tipo cônico com 12,4 cm de altura, abertura superior de 2,9 cm

de diâmetro e com capacidade de 50 cm³ no seu interior. Possuem, também, seis estrias internas salientes, longitudinais e equidistantes.

Após a semeadura, estes tubetes foram colocados em bandejas quadriculadas, com capacidade de abrigar 192 tubetes, e encaminhadas para o interior da estufa.

3.4. Irrigação

A irrigação utilizada no local do ensaio foi constituída de microaspersores da marca DAN SPRINKLERS modelo DAN MODULAR 8121, originária de Israel, com vazão nominal de catálogo de 104 l/h a uma pressão de serviço de 20 mca.

As duas linhas de irrigação foram localizadas na parte superior da estufa, no espaçamento de 2,0 x 3,3 metros, com os aspersores trabalhando de cabeça para baixo (upside down) à 60 cm de altura das bandejas.

Durante o experimento utilizou-se diferentes lâminas de irrigação, definidas por três frequências de aplicação, sendo o tempo de funcionamento do equipamento de 30 minutos diários, definido pelo próprio viveirista e a adotada na condução normal do viveiro.

Desta forma, os tratamentos de irrigação utilizados foram os seguintes:

- Frequência 1: irrigação efetuada dia sim, dia não.
- Frequência 2: irrigação efetuada todos os dias.
- Frequência 3: irrigação efetuada dia sim, dois dias não.

De acordo com os testes realizados, que serão comentados adiante, verificou-se que 30 minutos de funcionamento do equipamento, equivale a uma aplicação de 8,85 mm de lâmina de água em cada irrigação. Desta forma, a lâmina total de água aplicada nas frequências 1, 2 e 3 no período do ensaio foram de 398,3 mm, 796,5 mm e 265,5 mm, respectivamente.

3.5. Substratos Utilizados

Foram utilizados 5 tipos de substratos, quatro deles produzidos comercialmente e um produzido no próprio viveiro, sendo estes descritos abaixo com as suas referidas composições.

- SUBSTRATO 1: substrato comercial denominado CITRI 1, composto de casca de Pinus + vermiculita + perlita.

- SUBSTRATO 2: substrato comercial denominado CITRI 2, composto de casca de Pinus, turfa + vermiculita + perlita.
- SUBSTRATO 3: substrato comercial denominado PLANTMAX, composto de casca de Pinus + vermiculita.
- SUBSTRATO 4: substrato comercial denominado RENDMAX, composto de casca de Pinus (granulação mais grosseira) + vermiculita + perlita.
- SUBSTRATO 5: substrato produzido no viveiro, que será denominado de PINUS, composto de casca de Pinus (moída e peneirada) + vermiculita.

3.6. Adubação mineral

Como adubação mineral foi utilizado o produto comercial Osmocote, formulação N:P:K (17:9:13), recomendado para uma duração da liberação de 70 a 90 dias, na quantidade de 0 e 3 Kg/m³ de substrato, misturados imediatamente antes do preenchimento dos tubetes.

3.7. Delineamento Experimental

O esquema estatístico adotado foi o fatorial em blocos casualizados com 3 frequências de irrigação, 5 substratos e 2 adubações, totalizando 30 tratamentos, com 4 blocos cada um, sendo que cada parcela era constituída de 93 plantas ou tubetes.

3.8. Avaliações dos tratamentos

Para acompanhar e avaliar os efeitos dos tratamentos no desenvolvimento vegetativo, foram realizadas as seguintes determinações: análise do equipamento de irrigação, curva de retenção de umidade dos substratos, pH e condutividade elétrica dos substratos, porcentagem de umidade dos substratos antes e após a irrigação, porcentagem de emergência de plantas, altura de plantas, comprimento e volume do sistema radicular.

Os seguintes procedimentos, comentados a seguir, foram adotados para a obtenção dos parâmetros acima citados.

3.8.1. Avaliação do equipamento de irrigação

3.8.1.1. Estufa

Antes da instalação do experimento, avaliou-se a precipitação de água dentro da estufa com a finalidade de se quantificar a uniformidade de distribuição da aplicação de água pelo equipamento de irrigação.

A análise foi efetuada de acordo com o projeto de norma técnica da ABNT nº 12:02.08-003, (1983), utilizando-se 96 coletores de alumínio com 10,40 cm de diâmetro, uniformemente distribuídos de modo a formar um reticulado, com 0,40 m de distância cada um.

Com as lâminas determinadas, efetuou-se os cálculos de uniformidade de distribuição e do coeficiente de uniformidade de Christiansen, assim como uma representação gráfica dos dados. Efetuou-se também, medidas da pressão de operação dos microaspersores no campo, com o auxílio de um manômetro, num total de 12 saídas.

3.8.1.2. Microaspersores

No Laboratório de Irrigação do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP, executou-se os ensaios com os

microaspersores para determinação da curva característica, uniformidade de distribuição e perfil de distribuição do mesmo, de acordo com o projeto de norma técnica da ABNT nº 12:02.08-21, (1986), utilizando-se 172 coletores de alumínio espaçados à 0,50 m de distância.

3.8.2. Curva de retenção de umidade

A curva de retenção de umidade dos substratos foram efetuadas no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP, sendo coletadas três amostras da cada substrato, as quais foram submetidas às pressões de 0 a 5 atmosferas (0 a 490,44 KPa).

3.8.3. Condutividade elétrica e pH dos substratos

Foram efetuadas determinações de condutividade elétrica e pH dos substratos com a finalidade de se observar o comportamento dos mesmos ao longo do período de ensaio.

As determinações foram efetuadas utilizando-se 20 ml de substrato, aos quais foram adicionados 20 ml de água do próprio local, sendo ambos colocados no interior de um becker de 50 ml. Com o auxílio de uma espátula uniformizou-se a mistura, deixando-a descansar por 20 minutos. As leituras

foram feitas com a utilização de dois aparelhos, medidor de pH e condutivímetro, cujas características estão descritas a seguir.

- Medidor de pH: .marca: CORNING PS 15
 - .alcance: 0,0 - 14,0 pH
 - .precisão: 0,2 pH
 - .resolução: 0,1 pH
 - .temperatura de operação: 0 à 50°C

- Condutivímetro: .marca: OAKTON TDS TESTR
 - .modelo: WD - 35661-20 TDS Testr2
 - .alcance: 0 - 10.000 ppt (partes por mil)
 - .resolução: 0,10 ppt
 - .temperatura de operação: 0 à 50°C
 - .compensação de temperatura: automático

3.8.4. Porcentagem de umidade dos substratos

De acordo com o esquema de irrigação empregado, verifica-se que a cada seis dias, todos os tratamentos eram irrigados simultaneamente. Desta forma, adotou-se para estes dias, a verificação da umidade dos substratos, antes e após a irrigação, através da pesagem dos tubetes.

A porcentagem de umidade dos substratos, contida

nestes dias, foi calculada pela seguinte equação:

$$\% \theta = \frac{d_g \cdot (\mu - m_s)}{m_s} \times 100$$

onde: $\% \theta$ = porcentagem de umidade, à base de volume.

μ = massa úmida do substrato, em gramas.

m_s = massa seca do substrato, em gramas, obtido em estufa a 105°C por 24 hs.

d_g = densidade global do substrato, em g/cm³

Para se ter uma padronização destas pesagens, adotou-se que estas seriam efetuadas sempre duas horas antes e duas horas depois da irrigação.

3.8.5. Porcentagem de emergência

A porcentagem de emergência das plantas foi efetuada através da contagem das plântulas e relacionando-as com o total semeado, através da seguinte expressão:

$$\% \text{Emergência} = \frac{\text{nº de plântulas}}{93} \times 100$$

onde, 93 se refere ao número total de tubetes semeados por parcela.

3.8.6. Comprimento de raiz e altura de plantas

Foram efetuadas medidas do comprimento de raiz e altura de plantas a cada 15 dias, a partir do 30º dia após a semeadura, com o auxílio de uma régua graduada em milímetros. Para tal finalidade, coletou-se, de modo aleatório e pré-definido, três plantas por parcela, sendo os resultados expressos em centímetros.

3.8.7. Volume do sistema radicular

Com o auxílio de uma proveta de 50 ml, determinou-se o volume do sistema radicular. Tal parâmetro foi obtido pela diferença de volume quando a raiz era colocada dentro da proveta que continha um volume conhecido de água.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise do equipamento de irrigação

De acordo com as medidas de pressão efetuadas nas saídas dos microaspersores, constatou-se que os mesmos trabalhavam a uma pressão média de 21,2 mca (207,95 KPa). Tal pressão está uma pouco acima do calculado pelo projeto de irrigação, o qual organizou os cálculos para uma pressão de 20 mca (196,18 KPa). De qualquer maneira, pode-se dizer que tal diferença não influencia de maneira significativa a uniformidade de precipitação da estufa.

Pelas Figuras 1 e 2, as quais representam graficamente as distribuições transversais de água dentro da estufa em área total e na área do experimento, respectivamente, verificou-se que ocorre no local uma precipitação de água um pouco desuniforme, principalmente nas laterais do local.

FIGURA 1: Representação gráfica da distribuição de água da estufa.

FIGURA 2: Representação gráfica da distribuição de água no local de ensaio.

Através da análise dos dados adquiridos, obteve-se um coeficiente de uniformidade de Christiansen de 74,4% para a área total e de 89,3% para a área do ensaio, sendo que a uniformidade de distribuição foi de 67,5% e 85,7%, respectivamente, para ambas as áreas.

Através das figuras, citadas anteriormente, verifica-se que a precipitação nas laterais da estufa estão bastante inferiores às obtidas no meio desta, como já citado anteriormente, sendo esta a razão pelo qual ambos os coeficientes de uniformidade se apresentaram mais baixos na área total.

Constatou-se também, que o interior da estufa possui uma precipitação média de 14,7 mm/hora e na área do experimento de 17,7 mm/hora.

Com relação aos microaspersores, obteve-se em laboratório os resultados apresentados no Quadro 1.

Nota-se pelo Quadro 1, que o coeficiente de variação de fabricação está um pouco alto, sendo que os microaspersores estão apresentando conceitos de médio à marginal, principalmente com 20 mca (196,76 KPa) de pressão, a qual o equipamento de irrigação está trabalhando.

Isto pode ser explicado pelo fato dos mesmos terem três anos de utilização no local, fato este que pode ser bastante significativo em sua avaliação. Provavelmente, esta

QUADRO 1: Volumes médios coletados, em l/hora, e Coeficiente de Variação de Fabricação (CVf) do microaspersor utilizado, em relação às diferentes pressões analisadas:

Pressão (mca)	Vol.coletado (l/h)	C.V.f.	Conceito *
10	67,12	0,194	médio
15	82,34	0,198	médio
20	95,26	0,207	marginal
25	107,25	0,200	médio
30	117,61	0,199	médio

*: Conceito apresentado de acordo com PNB.12:02.08 - 022, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, (1986).

observação explique a baixa uniformidade de precipitação de água apresentada dentro da estufa.

Na FIGURA 3 tem-se a curva característica do microaspersor testado em laboratório.

Através de regressão linear, pôde-se obter a equação de descarga do microaspersor, de acordo com Keller e Karmeli, 1975, citados por PAES (1985), que representa a curva característica, sendo esta apresentada a seguir:

$$q = 20,94 \cdot H^{0,506}$$

onde: q = vazão do microaspersor, em l/h, e

H = pressão de operação, em mca.

FIGURA 3: Curva característica do microaspersor utilizado.

O coeficiente de determinação (r^2) obtido em tal análise foi de 0.995, ou seja, muito próximo da unidade, evidenciando um ajuste adequado da equação.

Na FIGURA 4 observa-se o perfil de distribuição do microaspersor testado em laboratório, comparado com o apresentado no catálogo do fabricante.

Nota-se pela curva de distribuição que o microaspersor possui um raio de alcance, a 20 mca (196,18 KPa), de 4 metros e uma precipitação muito boa entre 0,5 a 3 metros de distância.

FIGURA 4: Comparação entre o perfil de distribuição de água do microaspersor obtido em laboratório e o fornecido pelo catálogo do fabricante.

Constata-se também que ambas as curvas são bem parecidas e as diferenças encontradas podem ser atribuídas pelo fato de os microaspersores testados possuírem certo tempo de utilização e sujeitos ao desgaste do material.

Na FIGURA 5 tem-se representado graficamente o teste de uniformidade de distribuição do microaspersor, obtido em laboratório, onde o coeficiente de variação foi de 13,82%, considerado aceitável pela literatura.

FIGURA 5: Representação gráfica da precipitação do microaspersor obtida no laboratório.

4.2. Substratos

Os valores de porcentagem de umidade dos substratos antes e depois da irrigação, para os diferentes tratamentos utilizados, estão apresentados nos QUADROS 2 e 3, respectivamente, e no QUADRO 4 tem-se as médias dos mesmos.

Nota-se que, de uma maneira geral, os tratamentos com uma maior frequência de irrigação forneceram os maiores

QUADRO 2: Valores de umidade dos substratos, em porcentagem, obtidos antes da irrigação:

Freq. Adubo Subst.		Período														01/jun
		09/mar	15/mar	21/mar	27/mar	02/abr	08/abr	14/abr	20/abr	26/abr	02/mai	08/mai	14/mai	20/mai	26/mai	
F1	CITRI 1	47,6	47,0	51,6	48,6	49,3	49,8	46,0	48,2	47,3	44,4	43,8	44,3	44,4	44,7	45,2
	CITRI 2	55,4	48,3	55,4	52,5	55,6	60,0	52,1	56,8	55,1	51,2	50,9	51,1	49,8	51,3	50,8
	SEM PLANTMAX	57,1	54,5	59,5	56,3	57,6	58,9	57,5	59,1	56,3	55,4	54,8	55,6	55,7	54,3	54,8
	RENDMAX	52,1	52,3	56,2	52,9	53,4	55,5	53,0	53,9	51,8	50,0	50,1	51,2	50,8	51,8	50,3
	PINUS	55,5	52,7	57,1	51,8	52,8	55,5	52,9	54,3	52,8	51,0	50,8	51,8	50,7	50,9	51,3
	CITRI 1	49,2	48,2	52,5	46,2	47,1	48,4	44,9	47,6	45,6	40,1	40,5	39,8	37,5	38,7	37,9
	CITRI 2	59,2	52,7	58,2	55,5	55,6	55,6	53,6	55,0	52,1	48,6	47,8	45,5	44,4	46,4	45,3
	SEM PLANTMAX	59,9	56,3	62,4	58,7	59,1	60,1	58,6	60,6	56,4	52,8	51,8	50,3	50,3	49,3	52,3
	RENDMAX	50,4	46,2	50,5	46,9	48,1	49,7	45,7	48,3	46,8	41,3	39,7	40,1	38,0	39,7	40,1
	PINUS	55,4	52,2	56,7	52,5	53,3	55,1	53,2	54,9	51,9	49,3	49,3	48,7	48,9	49,3	48,8
F2	CITRI 1	52,1	52,0	53,5	54,2	55,6	56,8	55,2	55,1	54,9	55,0	55,1	53,8	52,6	54,6	53,7
	CITRI 2	60,8	59,3	64,0	59,3	60,1	61,7	61,1	60,7	60,8	60,6	60,1	59,8	58,5	60,1	59,7
	SEM PLANTMAX	61,3	57,0	62,4	59,2	61,4	62,2	61,2	60,8	60,7	61,2	61,3	59,3	60,2	60,2	59,8
	RENDMAX	55,0	54,8	58,3	52,9	53,3	55,1	54,0	53,5	53,5	54,0	54,1	53,8	52,3	54,1	53,8
	PINUS	61,7	62,7	64,1	61,8	62,8	63,7	62,4	62,5	62,6	62,6	60,8	61,8	61,9	61,8	60,3
	CITRI 1	56,4	54,8	58,4	55,1	56,7	57,7	56,1	56,1	56,2	56,3	55,5	53,8	54,0	54,3	53,8
	CITRI 2	65,7	60,1	65,0	61,0	62,6	63,3	62,0	60,2	61,3	60,9	60,3	59,7	59,1	59,8	61,2
	SEM PLANTMAX	62,9	63,0	65,4	61,9	63,4	64,2	62,6	64,3	64,5	64,1	63,8	62,7	62,7	62,8	61,9
	RENDMAX	54,2	53,2	56,9	54,9	57,1	58,7	56,9	56,7	56,1	56,5	56,4	56,4	56,2	55,6	56,4
	PINUS	60,4	62,3	65,4	61,9	62,3	63,8	63,2	63,3	63,0	63,3	62,8	61,7	61,6	62,8	61,5
F3	CITRI 1	35,4	38,2	40,0	37,7	37,8	37,9	35,6	37,3	36,1	35,1	38,2	39,7	44,5	38,7	39,2
	CITRI 2	47,7	38,1	48,3	41,0	41,5	42,0	39,8	47,1	42,8	38,2	42,3	41,8	46,8	40,8	41,9
	SEM PLANTMAX	50,1	45,2	46,2	44,1	45,6	45,3	45,6	47,3	46,8	45,6	46,7	49,7	61,3	45,7	48,3
	RENDMAX	44,1	40,2	41,9	38,8	38,8	41,0	40,8	42,1	40,8	39,2	41,2	44,1	45,7	43,9	44,3
	PINUS	51,3	44,9	47,2	45,7	45,7	45,8	44,8	45,7	45,6	43,7	44,4	47,8	49,9	45,3	45,9
	CITRI 1	40,9	42,5	44,6	41,8	41,2	40,7	39,9	37,7	34,8	33,8	33,8	36,7	37,8	35,7	36,7
	CITRI 2	47,6	49,5	52,6	50,7	50,1	49,5	49,5	47,8	45,7	41,6	45,3	46,3	51,4	44,8	46,2
	SEM PLANTMAX	55,2	55,6	56,9	55,6	55,2	55,1	55,4	56,2	57,3	55,2	54,1	53,7	54,7	52,1	53,8
	RENDMAX	41,4	36,6	39,9	37,7	37,5	37,2	34,9	35,7	34,8	35,6	38,3	40,7	41,6	38,8	40,5
	PINUS	51,8	50,4	48,5	44,6	46,7	47,8	43,9	43,2	39,6	36,5	37,8	38,9	40,9	39,7	38,9

QUADRO 3: Valores de unidade dos substratos, em porcentagem, obtidos após a irrigação:

Freq. Adubo	Subst.	Periodo														
		09/mar	15/mar	21/mar	27/mar	02/abr	08/abr	14/abr	20/abr	26/abr	02/mai	08/mai	14/mai	20/mai	26/mai	01/jun
F1	CITRI 1	56,2	55,1	57,5	56,4	56,5	55,7	54,4	54,9	55,7	53,8	53,6	53,6	53,4	53,5	54,8
	CITRI 2	64,0	59,4	61,8	61,7	61,8	61,9	60,6	61,5	61,8	62,0	62,3	61,8	60,0	61,3	60,8
	SEM PLANTMAX	64,7	62,1	63,7	63,0	63,3	63,8	62,9	62,6	62,6	62,7	62,3	62,0	61,9	62,1	61,3
	RENDMAX	60,0	59,5	60,8	60,2	60,5	60,9	59,1	58,7	58,6	58,4	57,9	57,5	57,5	58,2	57,8
	PINUS	63,8	61,7	62,2	60,8	61,2	61,6	59,5	59,9	59,8	59,9	59,8	59,5	59,1	59,2	58,8
	CITRI 1	57,3	55,9	56,5	56,0	56,2	56,5	54,7	55,0	54,3	52,0	53,8	53,5	54,0	53,8	54,0
	CITRI 2	66,7	62,0	64,8	64,1	63,8	63,2	62,2	62,3	61,8	60,8	57,5	57,8	55,0	56,3	57,2
	SEM PLANTMAX	66,2	64,7	65,8	65,4	65,3	65,4	64,5	65,0	64,3	62,2	61,9	60,8	60,8	61,8	60,8
	RENDMAX	58,9	54,9	57,3	56,2	56,2	56,3	64,7	55,0	54,5	52,3	51,9	50,8	50,7	51,5	50,8
	PINUS	63,7	59,7	62,8	61,5	61,4	61,5	60,5	60,3	60,0	59,5	59,4	58,8	57,0	59,5	58,8
F2	CITRI 1	55,1	54,5	55,3	57,9	58,2	58,7	57,8	57,9	57,3	58,0	58,3	58,3	58,4	58,0	57,9
	CITRI 2	63,4	63,2	70,7	63,5	63,8	64,8	64,1	63,7	63,8	63,9	64,1	63,8	64,6	63,5	64,2
	SEM PLANTMAX	64,6	60,2	64,2	63,1	63,8	64,3	63,3	62,5	62,5	62,6	63,8	63,9	64,6	64,5	63,8
	RENDMAX	58,2	56,3	61,1	56,6	56,8	57,2	56,5	55,9	55,8	55,9	56,5	57,1	57,5	57,4	58,8
	PINUS	64,4	65,2	65,2	65,2	65,3	65,4	64,9	64,8	64,7	64,5	64,8	64,7	65,7	65,2	65,3
	CITRI 1	58,9	57,7	59,3	58,4	59,1	60,0	59,0	58,8	59,0	59,2	59,5	59,7	59,6	59,5	59,6
	CITRI 2	67,3	63,4	68,0	64,7	65,2	69,7	64,4	64,4	64,5	64,7	65,1	65,8	66,1	65,8	64,7
	SEM PLANTMAX	65,0	64,9	66,7	65,1	65,7	65,8	65,1	66,0	66,1	66,4	66,5	67,1	67,4	66,5	66,1
	RENDMAX	57,8	55,8	59,2	58,7	59,3	61,2	60,1	59,8	59,6	59,7	60,8	61,2	61,6	59,6	60,7
	PINUS	63,4	64,9	67,0	65,2	65,8	66,4	65,8	65,7	65,6	65,5	64,9	65,9	66,5	65,7	66,2
F3	CITRI 1	51,9	54,0	54,3	53,0	53,9	54,4	52,3	52,6	51,8	50,4	50,2	50,3	50,5	50,4	51,2
	CITRI 2	60,7	56,4	57,6	57,2	58,3	59,6	55,1	55,9	54,5	53,2	53,8	54,0	54,1	54,3	54,1
	SEM PLANTMAX	60,5	57,2	59,4	57,4	58,8	60,6	58,3	58,8	58,6	58,4	58,7	58,6	58,7	58,6	58,5
	RENDMAX	56,5	52,3	53,8	52,1	53,5	54,6	52,6	52,9	51,8	51,6	52,8	51,9	53,2	52,7	51,8
	PINUS	59,5	59,7	58,8	57,6	58,5	59,1	54,8	55,5	54,7	53,9	55,7	54,9	56,1	54,7	56,3
	CITRI 1	54,4	55,2	56,4	55,0	55,8	56,1	52,2	48,7	48,6	48,8	48,3	47,9	47,3	47,3	47,5
	CITRI 2	60,6	62,8	64,6	61,8	63,1	64,0	60,4	58,3	56,8	54,2	55,6	58,1	59,6	58,5	57,7
	SEM PLANTMAX	64,9	65,1	65,6	64,3	64,8	65,8	63,5	64,8	64,1	63,8	62,1	61,9	60,7	61,3	61,6
	RENDMAX	52,9	50,7	53,2	51,6	52,5	53,7	49,9	49,5	48,6	48,1	48,8	49,2	50,4	49,3	50,1
	PINUS	62,2	57,2	59,3	55,2	56,8	58,4	53,9	53,1	51,9	49,8	48,3	48,5	48,6	49,1	50,1

QUADRO 4: Valores médios de unidade dos substratos, em porcentagem.

Freq. Adubo Substl.		Período															
		09/mar	15/mar	21/mar	27/mar	02/abr	08/abr	14/abr	20/abr	28/abr	02/mai	08/mai	14/mai	20/mai	28/mai	01/jun	
F1	CITRI 1	51.9	51.1	54.6	52.5	52.9	52.8	50.2	51.6	51.5	49.1	48.7	49.0	48.9	49.1	50.0	
	CITRI 2	59.7	53.9	58.6	57.1	58.7	61.0	56.4	59.2	58.5	56.6	56.6	56.5	54.9	56.3	55.8	
	SEM PLANTMAX	60.9	58.3	61.6	59.7	60.5	61.4	60.2	60.9	59.5	59.1	58.6	58.8	58.8	58.2	58.1	
	RENDMAX	56.1	55.9	58.5	56.6	57.0	58.2	56.1	56.3	55.2	54.2	54.0	54.4	54.2	55.0	54.1	
	PINUS	59.7	57.2	59.7	56.3	57.0	58.6	56.2	57.1	56.3	55.5	55.3	55.7	54.9	55.1	55.1	
	CITRI 1	53.3	52.1	54.5	51.1	51.7	52.5	49.8	51.3	50.0	46.1	47.2	46.7	45.8	46.3	46.0	
	CITRI 2	63.0	57.4	61.5	59.8	59.7	59.4	57.9	58.7	57.0	54.7	52.7	51.7	49.7	51.4	51.3	
	SEM PLANTMAX	63.1	60.5	64.1	62.1	62.2	62.8	61.6	62.8	60.4	57.5	56.9	55.6	55.6	55.6	56.6	
	RENDMAX	54.7	50.6	53.9	51.6	52.2	53.0	55.2	51.7	50.7	46.8	45.8	45.5	44.4	45.6	45.5	
	PINUS	59.6	56.0	59.8	57.0	57.4	58.3	56.9	57.6	56.0	54.4	54.4	53.8	53.0	54.4	53.8	
	F2	CITRI 1	53.6	53.3	54.4	56.1	56.9	57.8	56.5	56.5	56.1	56.5	56.7	56.1	55.5	56.3	55.8
		CITRI 2	62.1	61.3	67.4	61.4	62.0	63.3	62.6	62.2	62.3	62.3	62.1	61.8	61.6	61.8	62.0
SEM PLANTMAX		63.0	58.6	63.3	61.2	62.6	63.3	62.3	61.7	61.6	61.9	62.6	61.6	62.4	62.4	61.8	
RENDMAX		56.6	55.6	59.7	54.8	55.1	56.2	55.3	54.7	54.7	55.0	55.3	55.5	54.9	55.8	55.3	
PINUS		63.1	64.0	64.7	63.5	64.1	64.6	63.7	63.7	63.7	63.6	62.8	63.3	63.8	63.5	62.8	
CITRI 1		57.7	56.3	58.9	56.8	57.9	58.9	57.6	57.5	57.6	57.8	57.5	56.8	56.8	56.9	56.7	
CITRI 2		66.5	61.8	66.5	62.9	63.9	66.5	63.2	62.3	62.9	62.8	62.7	62.8	62.6	62.8	63.0	
SEM PLANTMAX		64.0	64.0	66.1	63.5	64.6	65.0	63.9	65.2	65.3	65.3	65.2	64.9	65.1	64.7	64.0	
RENDMAX		56.0	54.5	58.1	56.8	58.2	60.0	58.5	58.2	57.9	58.1	58.6	58.8	58.9	57.6	58.6	
PINUS		61.9	63.6	66.2	63.6	64.1	65.1	64.5	64.5	64.3	64.4	63.9	63.8	64.1	64.3	63.9	
F3		CITRI 1	43.7	46.1	47.2	45.4	45.9	46.2	44.0	45.0	44.0	42.8	44.2	45.0	47.5	44.6	45.2
		CITRI 2	54.2	47.3	53.0	49.1	49.9	50.8	47.5	51.5	48.7	45.7	48.1	47.9	50.5	47.6	48.0
	SEM PLANTMAX	55.3	51.2	52.8	50.8	52.2	53.0	52.0	53.1	52.7	52.0	52.7	54.2	55.0	52.2	53.4	
	RENDMAX	50.3	46.3	47.9	45.5	46.2	47.8	40.8	47.5	46.3	45.4	47.0	48.0	49.5	48.3	48.1	
	PINUS	55.4	52.3	53.0	51.7	52.1	52.5	49.8	50.6	50.2	48.8	50.1	51.4	53.0	50.0	51.6	
	CITRI 1	47.7	48.9	50.5	48.4	48.5	48.4	46.1	43.2	41.7	41.3	41.1	42.3	42.6	41.5	42.1	
	CITRI 2	54.1	56.2	58.6	56.3	56.6	56.8	55.0	53.1	51.3	47.9	50.5	52.2	55.5	51.7	52.0	
	SEM PLANTMAX	60.1	60.4	61.3	60.0	60.0	60.5	59.5	60.5	60.7	59.5	58.1	57.8	57.7	56.7	57.7	
	RENDMAX	47.2	43.7	46.6	44.7	45.0	45.5	42.4	42.6	41.7	41.9	43.6	45.0	46.0	44.6	45.3	
	PINUS	57.0	53.8	53.9	49.9	51.8	53.1	48.9	48.2	45.8	43.2	43.1	43.7	44.8	44.4	44.5	

valores de porcentagem de umidade dos substratos ao longo do período estudado, ou seja, com o aumento da frequência de irrigação, os valores deste parâmetro são crescentes.

Através da análise da variância, representada em termos de quadrados médios no QUADRO 1 do ANEXO, pode-se notar que houve diferenças ao nível de 1% de significância para as frequências de irrigação. O teste de Tukey realizado confirmou o exposto acima, revelando valores crescentes de umidade com o aumento da frequência de irrigação, que diferiram significativamente ao nível de 5%.

Observou-se também que as oscilações de umidade dos substratos com maior frequência de irrigação são bem menores das obtidas no tratamento com menor frequência, ou seja, com uma frequência de irrigação menor, o potencial total da água nos substratos são maiores, conforme poderá ser observado através da análise da curva de retenção de umidade apresentada adiante, o que pode dificultar sua absorção pelas raízes. Isto pode ser observado, de forma ilustrativa, através do exemplo apresentado pela FIGURA 6.

A análise da variância também demonstrou haver diferenças significativas a 1% nos valores de porcentagem de umidade com relação aos substratos utilizados.

O teste de Tukey revelou que, em todas as frequências utilizadas, os substratos CITRI 1 e RENDMAX

FIGURA 6: Porcentagem de umidade do substrato PINUS-sem adubação, nas três frequências analisadas.

apresentaram as menores médias deste parâmetro, porém não diferenciaram entre si.

Já os substratos CITRI 2, PLANTMAX e PINUS apresentaram os maiores valores, não havendo também diferenças entre eles. Na FIGURA 7 verifica-se os comportamentos diferenciados dos cinco substratos em relação à frequência de irrigação 2.

Isto pode ser explicado pela presença de perlita nos dois substratos primeiramente citados, que aumentou o

FIGURA 7: Porcentagem de umidade média dos cinco substratos testados, na frequência 2 de irrigação.

espaço poroso e, desta forma, facilitou a drenagem dos mesmos. THOMAS (1981), afirma que a presença da perlita faz com que o substrato tenha uma boa drenagem com uma excelente aeração.

Apesar do substrato CITRI 2 também possuir perlita em sua composição, a presença de turfa juntamente com a vermiculita, provavelmente, garantiu uma maior retenção de água e consequente maior porcentagem de umidade.

Segundo HODGSON (1981), a mistura de vermiculita e

turfa possui uma alta capacidade de retenção de água, além de fornecer boas características de aeração e drenagem aos substratos, fatores estes considerados muito importantes.

Com relação aos substratos PLANTMAX e PINUS, podemos dizer que a maior quantidade de vermiculita foi o fator responsável pela maior porcentagem de umidade obtida.

De acordo com COUTINHO & CARVALHO (1983), a vermiculita expandida possui uma massa específica de 0,08 a 0,16 g/cm³, chegando a reter de 4 a 5 vezes o seu peso em água.

No QUADRO 5, tem-se representados os valores de porcentagem de umidade, em volume, obtidos em laboratório, para os diferentes substratos utilizados a várias pressões.

QUADRO 5: Valores de porcentagem de umidade, a base de volume, em relação à várias tensões:

Substratos	Tensão (KPa)								
	0	0,98	1,96	3,92	9,81	29,43	49,04	98,09	490,44
CITRI 1	67,91	38,39	36,32	35,76	35,12	34,76	34,63	34,44	30,66
CITRI 2	69,88	35,40	32,30	31,91	30,81	30,79	30,75	30,32	27,61
PLANTMAX	67,50	38,18	35,84	35,46	34,77	34,26	34,01	33,95	29,24
RENDMAX	70,52	40,58	37,39	37,11	36,96	36,92	36,77	36,65	32,69
PINUS	71,29	37,97	33,82	33,59	33,56	33,31	33,01	32,51	28,99

Pelos QUADROS 2 e 3, apresentados anteriormente, e comparando-os com o QUADRO 5, verifica-se que o potencial total da água nos substratos esteve entre 0 e 3 mca (0 à 29,43 KPa) durante todo o período de ensaio, ou seja, o experimento foi conduzido a baixos valores deste parâmetro.

Por este último quadro, nota-se também que ocorre uma grande perda de água entre as pressões 0 e 0,1 mca (0 à 0,98 KPa) para todos os substratos, sendo esta bem menor e quase que constante entre as outras pressões analisadas.

Desta maneira, verifica-se que é muito importante manter estes tipos de substratos com valores baixos de potencial total da água, para que a planta tenha à sua disposição uma boa quantidade de água facilmente disponível, sem que a mesma tenha de dispor de muita energia.

Para facilitar a visualização gráfica desses resultados, tem-se na FIGURA 8, as curvas de retenção de umidade para todos os substratos. Como o ensaio foi conduzido entre 0 e 3 mca (0 a 29,43 KPa), as curvas apresentadas possuem apenas os dados compreendidos entre estas pressões.

No QUADRO 6 tem-se os valores médios de pH dos substratos, obtidos ao longo do período de ensaio.

A análise de variância, QUADRO 3 do ANEXO, mostrou diferenças significativas com relação às frequências, substratos e o uso de adubo durante todos os dias analisados,

FIGURA 8: Curva de retenção de umidade para os cinco substratos utilizados.

demonstrando haver influências destes parâmetros no pH dos substratos.

Através da análise destes quadros e da aplicação do teste de Tukey, observou-se que ocorre grande influência da

QUADRO 6: Valores obtidos de pH dos substratos para os diferentes tratamentos estudados:

Tratamentos			Dias após semeadura					
Freq.	Adubo	Subst.	0	30	45	60	75	90
F1	sem	CITRI 1	6,1	6,3	6,2	6,4	6,6	6,4
		CITRI 2	6,0	6,7	6,7	6,5	6,3	6,7
		PLANTMAX	6,0	6,2	5,9	6,0	5,8	6,1
		RENDMAX	6,0	6,5	6,4	6,0	5,9	6,3
		PINUS	6,8	7,3	7,3	7,0	7,0	7,4
	com	CITRI 1	6,1	6,2	6,0	5,8	6,0	6,1
		CITRI 2	6,0	6,3	6,1	6,0	6,0	6,3
		PLANTMAX	6,0	5,9	6,0	5,9	5,5	6,0
		RENDMAX	6,0	6,2	5,9	5,9	5,6	5,9
		PINUS	6,8	6,9	7,1	6,9	6,9	7,3
F2	sem	CITRI 1	6,1	6,4	6,4	6,3	6,6	6,3
		CITRI 2	6,0	6,8	6,8	6,6	6,7	6,6
		PLANTMAX	6,0	6,2	6,3	6,1	6,2	6,2
		RENDMAX	6,0	6,6	6,4	6,2	6,4	6,4
		PINUS	6,8	7,2	7,2	7,1	7,4	7,4
	com	CITRI 1	6,1	6,3	6,1	6,2	6,4	5,9
		CITRI 2	6,0	6,4	6,2	6,3	6,6	6,5
		PLANTMAX	6,0	6,1	5,9	5,6	6,1	6,0
		RENDMAX	6,0	5,9	6,0	6,0	6,1	6,1
		PINUS	6,8	6,9	7,2	7,1	7,3	7,3
F3	sem	CITRI 1	6,1	6,2	6,1	6,3	6,2	6,1
		CITRI 2	6,0	6,7	6,5	6,4	6,4	6,6
		PLANTMAX	6,0	6,0	5,6	5,8	6,0	6,1
		RENDMAX	6,0	6,4	5,9	6,0	6,1	6,2
		PINUS	6,8	7,0	7,2	7,0	7,0	7,3
	com	CITRI 1	6,1	6,2	5,7	5,8	5,8	5,9
		CITRI 2	6,0	6,2	6,0	5,9	6,0	6,2
		PLANTMAX	6,0	6,0	5,5	5,6	5,3	6,0
		RENDMAX	6,0	6,0	5,7	5,8	5,4	5,9
		PINUS	6,8	6,8	6,6	7,0	6,9	7,2

quantidade de água aplicada no pH encontrado nos substratos. Verificou-se que com o aumento da frequência de irrigação há uma tendência do pH do meio se elevar.

Desta forma nota-se que, nas condições do ensaio, quanto maior a frequência de irrigação, maior é a probabilidade do substrato se tornar mais alcalino.

Tal observação pode ser explicada pela maior lavagem dos substratos pela água de drenagem, que elimina os agentes acidificantes contidos nos mesmos.

A água utilizada para irrigação pode ter contribuído, e muito, para este acontecimento, uma vez que a água do local é proveniente de um poço artesiano e bastante alcalina, como pode ser verificado na FIGURA 9.

Com relação à adubação, verificou-se que a utilização desta contribuiu para o abaixamento do pH em todos os substratos analisados. Este comportamento verificado não está de acordo com Tinus & McDonald (1979), citados por HODGSON (1981), onde afirmam que muitos adubos de liberação lenta tendem a aumentar o pH do meio, portanto, não sendo recomendados para o crescimento de muitas plantas, pois a maioria delas se desenvolvem melhor em condições ácidas ou levemente ácidas.

De uma maneira geral, pode-se dizer que os menores valores de pH encontrados foram com a utilização do adubo,

FIGURA 9: Representação gráfica do pH da água coletado durante o período de ensaio.

juntamente com a menor frequência de irrigação.

Desta forma observa-se que a menor frequência de irrigação, e conseqüente menor quantidade de água aplicada, fez com que ocorresse uma liberação de nutrientes do adubo, mas não uma lavagem eficiente do substrato, tornando-o mais ácido que em outras frequências.

Tal acontecimento pode ser devido tanto pelo adubo como pela própria decomposição do substrato, uma vez que o maior constituinte do meio utilizado era a casca de Pinus, ou seja, matéria orgânica.

BROWN & POKORNY (1975) obtiveram um pH baixo (4,1) com a utilização de casca de pinus como substrato, indicando que a adição de areia (pH 5,4) contribuiu para aumentar o valor deste parâmetro nos meios utilizados.

Com relação aos substratos, verificou-se que o PINUS apresentou os maiores valores de pH durante todo o período de ensaio, o qual permaneceu em torno de 7,0.

Os substratos RENDMAX e PLANTMAX foram os que apresentaram os menores valores de pH, não havendo, muitas vezes, diferenças significativas entre eles.

Já os substratos CITRI 1 e CITRI 2 apresentaram sempre valores intermediários de pH, não apresentando também diferenças significativas entre si.

Nas FIGURAS 10 e 11 tem-se representado graficamente o comportamento do pH para alguns tratamentos analisados, sendo que a primeira mostra o comportamento do substrato CITRI 1, em relação às frequências de irrigação e a segunda, demonstra a atuação dos cinco substratos, dentro de uma mesma frequência.

Os valores de condutividade elétrica dos substratos, em parte por mil (ou g/l), obtidos ao longo do período analisado estão apresentados no QUADRO 7.

Através da análise da variância, apresentada no QUADRO 6 do ANEXO, verifica-se que houve influências altamente

FIGURA 10: Comportamento do substrato CITRI 2 - com adubo, em termos de pH, nas três frequências analisadas.

FIGURA 11: Representação gráfica do pH dos substratos na frequência 2 de irrigação.

QUADRO 7: Valores obtidos de condutividade elétrica dos substratos, em parte por mil, obtidos durante o período de ensaio:

Tratamentos			Dias após semeadura					
Freq.	Adubo	Subst.	0	30	45	60	75	90
F1	sem	CITRI 1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		CITRI 2	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		PLANTMAX	0,7	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
		RENDMAX	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		PINUS	0,7	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
	com	CITRI 1	0,7	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
		CITRI 2	0,5	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2
		PLANTMAX	0,7	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
		RENDMAX	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		PINUS	0,7	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
F2	sem	CITRI 1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		CITRI 2	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		PLANTMAX	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		RENDMAX	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		PINUS	0,7	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
	com	CITRI 1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		CITRI 2	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
		PLANTMAX	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		RENDMAX	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		PINUS	0,7	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
F3	sem	CITRI 1	0,7	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
		CITRI 2	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		PLANTMAX	0,7	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1
		RENDMAX	0,5	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
		PINUS	0,7	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1
	com	CITRI 1	0,7	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1
		CITRI 2	0,5	0,3	0,5	0,3	0,2	0,2
		PLANTMAX	0,7	0,5	0,9	0,5	0,3	0,1
		RENDMAX	0,5	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1
		PINUS	0,7	0,6	1,1	0,4	0,4	0,2

significativas com relação aos substratos, frequências e adubação no valor da condutividade elétrica.

Nota-se, de uma maneira geral, que os valores deste parâmetro são maiores a medida em que a frequência de irrigação é menor.

Tal comportamento também pode estar relacionado com a maior lavagem do substrato pela água drenada, que ocorre com as maiores frequências de irrigação, fato este também relacionado, de maneira inversa, com o pH do substrato, como visto anteriormente.

A utilização do adubo também contribuiu para os maiores valores de condutividade elétrica dos substratos.

De acordo com HANDRECK & BLACK (1994), a utilização de fertilizantes é um dos fatores que favorecem o aumento da salinidade dos substratos, informando que um nível baixo é essencial para o crescimento da planta.

Desta forma pode-se dizer que a utilização da menor frequência de irrigação, juntamente com o adubo, favoreceu para um maior valor deste parâmetro analisado.

DOUGHTY *et alii* (1985), obtiveram resultados semelhantes, verificando um aumento de sais solúveis em substratos adubados com o adubo Osmocote, atribuindo a este fato, as necroses encontradas nas pontas das folhas de palma, principalmente quando uma menor umidade nos substratos era

atingida. Na FIGURA 12, observa-se o substrato PINUS, com e sem adubo, nas três frequências utilizadas.

Verifica-se pelo quadro anterior, que os maiores valores de condutividade elétrica foram encontrados no substrato PINUS e os menores com os substratos CITRI 1 e RENDMAX; PLANTMAX e CITRI 2 apresentaram-se como intermediários quanto a este fator.

De uma maneira geral, verifica-se que estes valores são bem baixos, fato este importante para um bom desenvolvimento das plantas, e que a utilização deste tipo de

FIGURA 12: Representação gráfica do substrato PINUS, com e sem adubo, nas três frequências estudadas, em relação à condutividade elétrica encontrada.

adubo correspondeu às expectativas esperadas com relação a este parâmetro. Segundo HUDGSON (1980), uma das grandes vantagens do uso de adubos de liberação lenta, está no fato de que altas concentrações de sais solúveis, que podem queimar ou matar as plântulas, são praticamente descartadas.

4.3. Plantas

Os valores de porcentagem de emergência de plantas estão apresentados no QUADRO 8 e, no QUADRO 5 do ANEXO, estão contidos os valores da análise da variância em termos de quadrados médios, para os diferentes fatores estudados.

Verifica-se, por este último, que o fator substrato teve grande influência sobre a emergência de plantas, assim como, as frequências de irrigação e a utilização de adubo exerceram pouca ou nenhuma função sobre tal parâmetro.

A não utilização do adubo favoreceu a emergência inicial das plantas, sendo as diferenças significativas a 5% pelo teste de Tukey.

Após determinado tempo, o adubo favoreceu a emergência das plantas apenas para os substratos PLANTMAX e PINUS, os quais apresentaram diferenças significativas. Porém, para os substratos CITRI 1, CITRI 2 e RENDMAX, estas

QUADRO 8: Dados de porcentagem de germinação de plantas para os diferentes tratamentos analisados:

Tratamentos			Dias após semeadura				
Freq.	Adubo	Subst.	10	12	15	17	22
F1	sem	CITRI 1	15,3	75,0	96,0	97,3	98,6
		CITRI 2	10,0	57,3	86,9	88,4	96,5
		PLANTMAX	8,6	69,1	92,2	97,6	98,6
		RENDMAX	9,4	56,2	91,4	91,7	96,0
		PINUS	7,8	47,5	84,7	93,6	99,5
	com	CITRI 1	13,2	56,2	96,2	97,3	99,5
		CITRI 2	8,6	58,1	82,3	86,0	97,1
		PLANTMAX	9,2	57,3	96,8	98,7	99,2
		RENDMAX	8,4	49,2	85,5	86,3	96,8
		PINUS	8,6	48,7	90,1	95,5	98,9
F2	sem	CITRI 1	15,3	76,4	98,4	99,7	100,0
		CITRI 2	10,0	56,2	80,9	83,1	95,4
		PLANTMAX	8,9	60,2	91,1	96,5	98,6
		RENDMAX	9,2	56,5	80,1	83,4	92,8
		PINUS	9,7	50,5	90,5	88,2	93,5
	com	CITRI 1	14,0	66,7	97,0	97,8	98,7
		CITRI 2	9,2	55,1	78,2	80,1	94,4
		PLANTMAX	7,3	53,0	96,2	98,4	98,9
		RENDMAX	9,2	54,6	86,8	87,1	92,2
		PINUS	9,2	51,6	89,3	95,7	98,4
F3	sem	CITRI 1	16,1	72,1	95,9	97,1	97,8
		CITRI 2	10,0	54,8	80,1	82,8	93,6
		PLANTMAX	7,3	53,2	86,0	94,1	96,8
		RENDMAX	10,3	55,1	92,0	93,0	95,4
		PINUS	9,4	52,4	82,8	83,9	93,0
	com	CITRI 1	14,8	70,7	94,9	97,1	98,9
		CITRI 2	9,4	55,4	80,9	84,7	92,5
		PLANTMAX	5,9	50,0	95,2	95,4	98,1
		RENDMAX	8,6	55,9	84,7	86,6	95,1
		PINUS	8,9	51,1	92,5	96,5	97,8

diferenças não foram significativas.

Através do teste de Tukey, da análise do QUADRO 8 e também das observações no campo, verificou-se que os substratos CITRI 1 e PLANTMAX apresentaram excelente emergência, com plântulas firmes e de coloração esverdeada intensa. Os substratos CITRI 2, RENDMAX e PINUS apresentaram uma emergência de razoável à boa, porém, inferiores em termos estatísticos.

Com relação ao substrato CITRI 2, notou-se que com a diminuição do fornecimento de água, principalmente na frequência 3, as plântulas após emergência, sofriam injúrias tipo queima do ponteiro, tornando-se inadequadas para a formação de um bom porta-enxerto. De qualquer forma, tais plântulas foram consideradas como emergidas e perfeitas para esta análise.

Verifica-se pelo QUADRO 8, para todos os tratamentos realizados, que com 12 dias após a semeadura mais de 50% das sementes já estavam emergidas.

Este fato está de acordo com CASTLE *et alii* (1979), onde comentam em torno de 2 semanas para a obtenção deste valor porcentual.

No QUADRO 9 estão apresentados os valores de comprimento de raiz, em centímetros, obtidos durante vários dias após a semeadura.

QUADRO 9: Valores de comprimento de raiz, obtidos nos diferentes tratamentos realizados:

Tratamentos			Dias após semeadura				
Freq.	Adubo	Subst.	30	45	60	75	90
F1	sem	CITRI 1	8,3	10,7	10,5	10,8	11,0
		CITRI 2	9,3	10,0	10,2	10,4	10,9
		PLANTMAX	8,6	9,2	10,0	10,5	10,8
		RENDMAX	9,1	10,7	10,9	11,2	10,8
		PINUS	7,5	8,0	9,9	9,9	9,7
	com	CITRI 1	9,3	11,0	10,6	10,6	10,9
		CITRI 2	11,0	10,0	11,2	10,5	11,0
		PLANTMAX	8,1	10,1	10,1	10,3	10,3
		RENDMAX	9,7	10,8	11,0	10,9	11,1
		PINUS	6,9	9,2	9,1	10,3	10,0
F2	sem	CITRI 1	11,2	11,3	11,3	11,1	11,4
		CITRI 2	9,1	9,9	10,4	10,7	10,2
		PLANTMAX	8,9	10,6	9,9	10,4	11,0
		RENDMAX	11,0	11,1	11,2	11,5	11,4
		PINUS	8,9	8,8	10,4	10,8	11,1
	com	CITRI 1	10,8	10,1	10,5	11,1	11,2
		CITRI 2	10,9	10,3	11,5	10,5	10,8
		PLANTMAX	9,5	10,5	10,8	11,0	11,1
		RENDMAX	9,4	9,4	9,7	11,1	10,6
		PINUS	9,0	10,0	9,3	9,3	10,9
F3	sem	CITRI 1	10,0	10,6	10,7	10,6	10,7
		CITRI 2	9,9	10,0	8,6	10,2	10,4
		PLANTMAX	10,4	10,6	10,6	10,4	10,6
		RENDMAX	9,5	10,9	11,1	10,9	11,2
		PINUS	9,1	8,8	9,7	10,0	10,1
	com	CITRI 1	10,7	11,2	10,8	10,7	10,7
		CITRI 2	10,8	10,9	10,6	10,9	10,6
		PLANTMAX	10,4	9,1	9,5	10,7	10,3
		RENDMAX	8,7	10,5	10,7	10,8	11,0
		PINUS	7,7	7,5	7,6	10,5	9,0

Verifica-se através deste quadro que o crescimento radicular, em termos de comprimento, é bastante intenso até os 45 dias após a semeadura, sendo mais lento após esse período.

Deve-se ressaltar que tal parâmetro é limitado ao comprimento do tubete, o qual possui 12,4 cm de altura.

Pelo quadro da análise da variância, QUADRO 6 do ANEXO, nota-se que os substratos são os grandes responsáveis pelas diferenças encontradas, onde apresentaram diferenças significativas a 1% para todo o período analisado.

Através do teste de Tukey, verificou-se que, desde o início, o substrato PINUS apresentou plantas deficientes com relação ao crescimento radicular, sendo esta observação encontrada em todas as frequências utilizadas, assim como, com a utilização ou não de adubo.

Os substratos CITRI 1, PLANTMAX e RENDMAX forneceram os melhores valores de comprimento de raiz durante todo o ensaio, não havendo diferenças significativas com relação à adubação ou às frequências utilizadas. Na FIGURA 13 tem-se representado graficamente o comportamento dos substratos na frequência 2 de irrigação.

Com relação ao substrato CITRI 2, verificou-se que este forneceu bom valores, que muitas vezes não diferenciaram significativamente em relação aos outros citados anteriormente. Porém, notou-se que a presença do adubo e a

FIGURA 13: Comprimento de raiz para os diferentes substratos utilizados na frequência 2 de irrigação.

aplicação de água com uma frequência maior, são fatores favoráveis com relação a este substrato.

De uma maneira geral, os resultados demonstraram que uma frequência de irrigação menor é prejudicial para o crescimento radicular, em termos de comprimento, embora muitas vezes as diferenças encontradas não foram significativas.

Pela análise da variância verificou-se que a presença ou não de adubo não apresentaram diferenças significativas com relação a este parâmetro, sendo que tal fator, apenas influenciou no substrato PINUS, como já citado.

No QUADRO 10, tem-se os valores obtidos para altura de plantas durante o ensaio.

Através da análise da variância, QUADRO 7 do ANEXO, verifica-se que houve diferenças significativas dos três fatores empregados em relação à este parâmetro, sendo que há influência da frequência de irrigação e do substrato desde o início da obtenção dos dados.

Com relação à utilização do adubo, nota-se que os valores apenas diferem a partir de 45 dias após a semeadura.

O teste de Tukey apresentou diferenças significativas a 5% com relação às frequências analisadas, demonstrando os melhores resultados, em todos os substratos, nas frequências 1 e 2, as quais não diferiram entre si e apresentaram os menores valores de tensão e, conseqüentemente, maior conteúdo de água.

Este resultado confere com os obtidos por KIEHL *et alii* (1992), onde obtiveram os melhores resultados de crescimento de plantas, nos substratos testados, em valores de tensão baixos (0,8 KPa) e com alto conteúdo de umidade (71%).

Isto também foi confirmado por RIVIERE *et alii* (1990), onde concluíram que para as plantas com alta necessidade de água, como é o presente caso, os melhores resultados foram obtidos com uma irrigação frequente com pouca quantidade de água, permanecendo os substratos à baixos

QUADRO 10: Valores obtidos de altura de plantas para os diferentes tratamentos estudados:

Tratamentos			Dias após semeadura				
Freq.	Adubo	Subst.	30	45	60	75	90
F1	sem	CITRI 1	6,6	7,6	7,8	8,9	8,8
		CITRI 2	7,1	7,4	6,8	7,9	7,9
		PLANTMAX	7,0	8,0	8,9	9,8	10,0
		RENDMAX	7,1	6,9	7,5	7,7	7,0
		PINUS	6,2	6,9	7,2	6,9	7,5
	com	CITRI 1	6,4	9,4	11,6	13,4	14,4
		CITRI 2	7,4	8,2	11,7	12,4	13,5
		PLANTMAX	7,2	9,0	11,0	12,8	13,8
		RENDMAX	7,4	8,7	11,1	12,1	12,0
		PINUS	6,9	7,5	8,7	8,3	9,6
F2	sem	CITRI 1	7,1	8,4	7,7	8,0	8,1
		CITRI 2	7,3	6,2	6,5	7,8	7,1
		PLANTMAX	6,9	8,3	8,6	8,3	8,5
		RENDMAX	6,5	6,8	7,4	7,5	7,6
		PINUS	6,1	6,7	7,6	8,3	7,1
	com	CITRI 1	7,3	9,6	11,8	15,2	15,2
		CITRI 2	7,9	8,9	12,4	12,2	14,7
		PLANTMAX	7,2	10,3	12,6	12,7	13,7
		RENDMAX	6,6	8,1	10,2	12,4	13,0
		PINUS	6,5	8,1	7,7	8,5	8,9
F3	sem	CITRI 1	6,8	7,8	8,0	10,0	8,8
		CITRI 2	5,8	5,9	6,5	7,4	7,4
		PLANTMAX	6,5	6,8	9,8	9,2	10,4
		RENDMAX	6,0	6,9	7,5	7,8	7,4
		PINUS	6,0	5,8	7,5	7,3	8,3
	com	CITRI 1	6,9	7,7	10,4	11,8	11,8
		CITRI 2	6,4	6,8	8,7	10,7	10,6
		PLANTMAX	6,1	7,1	9,5	10,2	11,5
		RENDMAX	6,2	6,9	10,1	10,1	10,4
		PINUS	5,5	6,0	7,1	8,6	8,5

valores de tensão de umidade.

Pela análise dos dados obtidos verificou-se que, até os 30 dias, as frequências de irrigação não influenciaram muito no comportamento deste parâmetro, porém, a partir dos 45 dias, as diferenças encontradas já se mostravam mais nítidas e significativas, como pode ser observado pela FIGURA 14, onde apresenta-se graficamente os valores adquiridos pelo substrato PLANTMAX nas três frequências empregadas.

FIGURA 14: Comportamento do substrato PLANTMAX, com adubo, em relação às diferentes frequências de irrigação.

Talves a pouca necessidade de água, necessária para suprir as pequenas plantas durante este período, tenha contribuído para o acontecido.

Com relação aos substratos utilizados, os melhores resultados de altura de plantas foram fornecidos pelos CITRI 1 e PLANTMAX, os quais apresentaram diferenças a 5% de significância pelo teste de Tukey.

O substrato PINUS mostrou-se bastante deficiente em relação a este aspecto, fornecendo os menores resultados; CITRI 2 e RENDMAX apresentaram valores intermediários, não significativos entre si.

Este comportamento foi observado nas três frequências utilizadas, porém, na frequência 3 foi notado um fato interessante com relação aos substratos, onde o CITRI 2 se mostrou altamente sensível com relação ao fornecimento de água nas condições mais críticas de umidade, pois os valores obtidos foram bastante baixos, bem próximos aos apresentados pelo PINUS.

O substrato CITRI 1 apresentou os melhores resultados nesta condição de umidade, destacando-se em relação aos outros.

A utilização de adubo foi favorável e significativo ao desenvolvimento da planta em altura a partir de 45 dias após a semeadura, conforme indicaram as análises estatísticas.

Quando relacionado com as frequências de irrigação, verificou-se que a partir de 60 dias, não ocorreram diferenças significativas na altura de plantas em substratos sem adubo nas três frequências analisadas.

Porém, com a adubação as diferenças foram significativas a partir de 45 dias e se mantiveram até o final, onde as duas frequências maiores forneceram os melhores resultados, quando comparados com a menor.

Desta maneira, fica ressaltada a importância do fornecimento de nutrientes às plantas, pois notou-se que o aumento do fornecimento de água apenas influenciou na altura da planta quando se utilizou conjuntamente a adubação adequada.

Resultados semelhantes foram obtidos por LEITE & MEDINA (1985), onde a adubação e uma irrigação frequente promoveram um maior desenvolvimento das plantas de seringueira cultivadas em substratos.

Com relação aos substratos, a presença do adubo também forneceu os melhores resultados, diferenciando-se pelo teste de Tukey a 5% quando comparado com a ausência deste.

Os substratos CITRI 1, PLANTMAX, CITRI 2 e RENDMAX, com adubo, não apresentaram diferenças até 60 dias, porém, a partir desta data, CITRI 1 forneceu os melhores valores do parâmetro em questão, que foram significativos.

Os substratos CITRI 2, PLANTMAX e RENDMAX

forneeceram, a partir desta data, valores intermediários e o PINUS, desde o princípio, os menores valores de altura de plantas. Na FIGURA 15, tem-se representado graficamente os valores obtidos na frequência 2.

FIGURA 15: Valores de altura de plantas, para os diferentes substratos, obtidos na frequência 2 de irrigação.

Uma das observações efetuadas visualmente no campo verificou-se, em todos os substratos utilizados, que as plantas que não receberam a adubação apresentavam-se com as folhas bastante amarelecidas, sinal evidente da falta de nutrientes. Este sintoma se agravava com a diminuição do

fornecimento de água.

Com a utilização do adubo Osmocote, em todos os substratos, as plantas apresentavam folhas de coloração bem verdes e de maior tamanho, porém, notou-se que na frequência 2 de irrigação, a quantidade de nutrientes aplicada não foi suficiente para todo o período do ensaio.

Aos 70 dias após a semeadura, as plantas deste tratamento apresentaram sintomas de carência, com as folhas passando para uma coloração verde-amarelada, evidenciando que os nutrientes ou haviam acabado ou se apresentavam em quantidades inferiores as necessárias.

Desta forma, há a necessidade de se fazer uma adubação complementar com adubos convencionais antes dos 70 dias, ou utilizar uma formulação de Osmocote mais duradoura, pois foi nesta frequência que os melhores resultados dos parâmetros analisados foram obtidos.

Verificou-se também, que na frequência menor de aplicação de água, as folhas apresentaram queimaduras nas bordas, principalmente, nos substratos CITRI 1, CITRI 2 sem adubo e no PLANTMAX com e sem adubo.

Tal sintoma também foi verificado na frequência 1 de irrigação, porém apenas no substrato PLANTMAX, com e sem adubo. Na frequência maior não se verificou tal sintoma em nenhum dos substratos testados.

Nota-se, desta maneira, que ocorreu algum problema com o substrato PLANTMAX, principalmente quando relacionado à menores porcentagem de umidade.

Isto pode estar relacionado com o aumento do teor de sólidos totais dissolvidos com a diminuição da frequência de irrigação, pois os valores de condutividade elétrica encontrados neste, foram um dos maiores entre os testados, como já comentado anteriormente.

Na frequência 2, onde aplicou-se água diariamente, ocorreu uma maior "lavagem" do substrato, que eliminou o excesso de sais, sendo esta a razão pelo qual não se observou tal sintoma neste tratamento.

Resultados semelhantes foram obtidos por LAMONT *et alii* (1988) e DOUGHTY *et alii* (1985), onde observaram sintomas de queima nas pontas das folhas de palma, cultivada em substrato comercial com adubos de liberação lenta (Osmocote e SulfurKote), quando a umidade do meio se apresentava baixa entre as irrigações. Esses autores recomendam especial atenção quanto às necessidades hídricas das plantas, para que este problema não ocorra.

Os valores de volume de raiz, obtidos durante o ensaio, estão apresentados no QUADRO 11 e no QUADRO 8 do ANEXO, tem-se o quadro da análise da variância em termos de quadrados médios.

QUADRO 11: Valores obtidos de volume de raiz, em centímetros cúbicos, obtidos nos diferentes tratamentos realizados:

Tratamentos			Dias após semeadura				
Freq.	Adubo	Subst.	30	45	60	75	90
F1	sem	CITRI 1	0,24	0,21	0,32	0,33	0,42
		CITRI 2	0,14	0,19	0,18	0,29	0,36
		PLANTMAX	0,16	0,19	0,26	0,34	0,39
		RENDMAX	0,15	0,14	0,19	0,27	0,25
		PINUS	0,14	0,13	0,19	0,21	0,28
	com	CITRI 1	0,32	0,36	0,43	0,68	0,92
		CITRI 2	0,17	0,27	0,43	0,61	0,89
		PLANTMAX	0,29	0,35	0,36	0,65	0,74
		RENDMAX	0,17	0,27	0,30	0,60	0,69
		PINUS	0,14	0,24	0,27	0,35	0,39
F2	sem	CITRI 1	0,37	0,35	0,36	0,40	0,47
		CITRI 2	0,29	0,21	0,23	0,33	0,34
		PLANTMAX	0,17	0,33	0,33	0,35	0,35
		RENDMAX	0,16	0,23	0,26	0,22	0,38
		PINUS	0,15	0,15	0,27	0,35	0,38
	com	CITRI 1	0,41	0,39	0,54	1,02	1,25
		CITRI 2	0,32	0,34	0,47	0,52	1,25
		PLANTMAX	0,28	0,38	0,50	0,62	0,85
		RENDMAX	0,14	0,27	0,37	0,60	0,90
		PINUS	0,17	0,21	0,20	0,29	0,47
F3	sem	CITRI 1	0,17	0,19	0,25	0,31	0,34
		CITRI 2	0,12	0,14	0,22	0,18	0,27
		PLANTMAX	0,20	0,16	0,38	0,24	0,37
		RENDMAX	0,12	0,17	0,27	0,23	0,28
		PINUS	0,15	0,12	0,23	0,19	0,25
	com	CITRI 1	0,27	0,22	0,36	0,37	0,63
		CITRI 2	0,12	0,22	0,29	0,32	0,51
		PLANTMAX	0,20	0,15	0,37	0,34	0,51
		RENDMAX	0,12	0,19	0,28	0,42	0,58
		PINUS	0,12	0,10	0,16	0,22	0,29

Nota-se, por este último, que os três fatores analisados (frequência, adubação e substrato) influenciaram significativamente, durante todo o período do experimento, nos valores deste parâmetro.

As frequências de irrigação estudadas diferiram ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey, onde a frequência 2 forneceu os melhores valores para todos os substratos analisados, porém, somente aos 45 dias após a semeadura.

Inicialmente, apenas os substratos CITRI 1 e CITRI 2 apresentaram diferenças significativas nesta frequência, como pode ser verificado através da FIGURA 16.

PLANTMAX, RENDMAX e PINUS apresentaram, em termos estatísticos, os mesmos valores até 45 dias para as três frequências.

O substrato CITRI 1 apresentou os melhores dados, durante todo o ensaio, nas três frequências analisadas e o PINUS os menores valores de volume de raiz.

Verificou-se que com a diminuição da frequência de irrigação, o substrato CITRI 2 apresentou valores decrescentes deste parâmetro, principalmente na frequência 3. PLANTMAX e RENDMAX se situaram em posição intermediária dos outros substratos já comentados.

No final do ensaio, CITRI 1 e CITRI 2 forneceram

FIGURA 16: Volume de raiz para os substratos testados, na frequência 2 de irrigação.

os melhores dados de volume de raiz, não apresentando diferenças significativas entre eles.

Com relação ao substrato CITRI 2, deve-se ressaltar que as observações de campo forneceram ótimas impressões nas frequências maiores, com grande aderência das raízes ao substrato.

Talvez uma compactação maior do mesmo faça com que o volume de raiz aumente, pois em termos práticos, o preenchimento dos tubetes com este tipo de substrato foi bastante dificultado pela presença da turfa, notando-se espaços vazios em alguns recipientes.

Provavelmente, este fato tenha contribuído para os valores estatisticamente inferiores dos apresentados pelo CITRI 1, exceto no final do ensaio.

Com relação ao adubo, verificou-se que a utilização deste foi positivo ao desenvolvimento das raízes, em termos de volume. Porém, até aos 30 dias após a semeadura, a diferença foi apenas significativa para os substratos CITRI 1 e PLANTMAX, sendo que os demais não apresentaram desigualdades.

A partir de 60 dias, a presença de adubo foi sempre superior à ausência em todos os substratos analisados, mantendo-se nestas condições até o final do ensaio.

O substrato CITRI 1, com adubo, apresentou desde o início os melhores resultados, sendo esta situação mantida até os 75 dias, quando CITRI 2 se igualou a este, como já mencionado anteriormente.

Pela FIGURA 17, pode-se observar o comportamento destes dois substratos na frequência 2, com e sem a utilização do adubo.

As frequências 1 e 2, com o emprego de substratos adubados, forneceram os melhores valores, somente detectados após 45 dias da semeadura, sendo esta igualdade mantida até aos 75 dias, onde somente então a frequência 2 superou a primeira, com valores maiores e significativos.

FIGURA 17: Representação gráfica do volume de raiz, obtido na frequência 2 de irrigação, para os substratos utilizados.

Com relação aos substratos sem adubação, observou-se que até aos 45 dias CITRI 1 fornecia os melhores resultados juntamente com a frequência 2, apresentando diferenças significativas em relação aos demais.

A partir deste período, CITRI 1 e PLANTMAX apresentaram os mais altos valores entre os substratos não adubados, sendo que não se observou mais diferença entre as frequências 1 e 2. Aos 90 dias, o teste de Tukey não revelou

significativas diferenças entre os resultados, tanto em relação aos substratos como nas frequências estudadas.

O substrato PINUS apresentou, desde o início do ensaio, os menores valores nas três frequências, na presença ou não do adubo.

5. CONCLUSÕES

Através da análise dos dados e segundo as condições em que se desenvolveu este trabalho, conclui-se que:

- O equipamento de irrigação utilizado nas estufas necessitam de um novo dimensionamento, para que os problemas de falta de uniformidade de precipitação de água sejam sanados ou, ao menos, diminuídos, principalmente nas laterais.
- Dos substratos testados, o CITRI 1 forneceu os melhores resultados de altura de planta, comprimento e volume de raiz. Desta forma, recomenda-se a sua utilização para a produção do porta-enxerto cítrico limão cravo (*Citrus limonia* OSBECK) de alta qualidade, no local e nas condições testadas.
- O substrato CITRI 2 pode ser recomendado pelo fato de ter fornecido porta-enxertos de muito boa qualidade, porém, a sua

utilização deve ser acompanhada com muita atenção, no que se refere ao preenchimento dos tubetes e ao bom suprimento de água.

- O substrato PINUS necessita de um ajuste no pH, pois a redução deste pode torná-lo um bom meio de crescimento e, pelo fato de ser produzido no próprio local, o custo de produção pode ser economicamente viável.

- Os substratos PLANTMAX e RENDMAX podem ser utilizados, desde que o fornecimento de água seja adequado, embora os porta-enxertos produzidos sejam de qualidade inferior aos dois primeiramente comentados.

- A irrigação frequente dos substratos, neste local, fez com que o pH do meio se elevasse e a condutividade elétrica diminuísse. Os melhores valores de pH e de condutividade elétrica, para um bom desenvolvimento das plantas, foram entre os valores compreendidos entre 6,1 a 6,4 e 0,1 ppt (ou 0,1 g/l em termos de teor de sais dissolvidos), respectivamente.

- A manutenção de valores baixos de tensão (< 1,0 KPa) e alta disponibilidade de água dos substratos (em torno de 60%) são fatores imprescindíveis para a produção de porta-enxertos

sadios e vigorosos.

- A utilização do adubo de liberação lenta Osmocote apresentou ótimos resultados dos parâmetros analisados (comprimento e volume de raiz e altura de plantas).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Sistema de irrigação por aspersão convencional: caracterização do desempenho, PNBR 12:02.08-003, São Paulo, 1983, 14p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Emissores para sistema de irrigação localizada: avaliação de características operacionais, PNBR 12:02.08-021, São Paulo, 1983, 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Requisitos mínimos para elaboração de projeto de sistema de irrigação localizada, PNBR 12:02.08-022, São Paulo, 1986, 8p.

AGUIAR, I.B.de & MONOGIOS, G.M. Efeitos de substratos à base de vermiculita na produção de mudas de *Eucalyptus citriodora* HOOK em bandejas de isopor. **Científica**, São Paulo, 16(1):133-40, 1988.

BALLESTER-OLMOS, J.F.; FERNANDEZ, J.A.; MOLLINS, M.I. Note on the effect of localized irrigation on the growth of citrus seedlings in the greenhouse. **Investigation Agraria, Producción y Proteccion Vegetales**, Madrid, **4**(1): 119-24, 1989.

BALLESTER-OLMOS, J.F.; ROGER, A.; PINA, J.A.; MOLINS, I. Effect of five peat growing media on growth of citrus seedlings. **ITEA, Producción Vegetal**, Lérida, **19**(79): 28-35, 1988.

BRANDI, R.M. & BARROS, N.F. de. Comparação de tipos de recipientes de *Eucalyptus* spp. **Revista Ceres**, Viçosa, **17**(92): 158-70, 1971.

BROWN, E.F. & POKORNY, F.A. Physical and chemical properties of media composed of milled pine bark and sand. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St Joseph, **100**(2): 119-21, 1975.

CAMPINHOS JR., E. & IKEMORI, Y.K. Introdução de nova técnica para a produção de essências florestais. **IPEF**, Piracicaba, **23**: 47-52, 1983.

CAMPINHOS JR., E.; IKEMORI, Y.K.; MARTINS, F.C.G.

Determinação do meio de crescimento mais adequado à formação de mudas de *Eucalyptus* spp. (Estaca e Sementes) e *Pinus* spp. (Sementes) em recipientes de plásticos rígidos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: Métodos de Produção e Controle de Qualidade de Sementes e Mudas Florestais, Curitiba, 1984.p.350-63.

CARNEIRO, J.G. de A. Influência dos fatores ambientais nas técnicas de produção de mudas sobre o desenvolvimento de mudas florestais dos parâmetros que definem sua qualidade. In:SIMPÓSIO SOBRE FLORESTAS NOS NEOTRÓFICOS COMO FONTE DE ENERGIA, Viçosa, 1983, p.10-24.

CASTLE, W.S.; ADAMS, W.G.; DILLEY, R.L. An indoor container system for producing citrus nursery trees in one year from seed. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, Miami Beach, **92**: 3-7, 1979.

CASTLE, W.S. & FERGUSON, J.J. Current status of greenhouse and container production of citrus nursery trees in Florida. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, Miami Beach, **95**: 42-6, 1982.

COUTINHO, C.J. & CARVALHO, C.M. O uso da vermiculita na produção de mudas florestais. In: ENCONTRO NACIONAL DE REFLORESTADORES, 7., Curitiba, 1983. Anais. p.54-63.

DAVIDSON, H.; MECKLENBURG, R.; PETERSON, C. Nursery management: administration and culture. 2. ed. New Jersey, Prentice Hall, 1981. 413p.

DOUGHTY, S.C.; O'ROURKE, E.N.; BARROS JR., E.P. Comparison of three slow-release fertilizers in the production of seedlings dwarf date palm. **HortScience**, St. Joseph, **20**(6): 1088-9, 1985.

ELLIOTT, G.C. Imbibition of water by rockwool-peat container media amended with hydrophilic gel or wetting agent. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, **117**(5):757-61. 1992.

FERNANDES, P.S.; COUTINHO, C.J.; BAENA, E.S. Produção de mudas de *Eucalyptus saligna* em bandejas de isopor. **Silvicultura**, São Paulo, **8**(28): 285-6, 1983.

FREITAS, J.R. de; MARTINS, F.C.G.; FERNANDES, O.R.; SAITO, S.M.T.; RISCHER, A.P.; GONÇALVES, A.M. Aplicação de matéria orgânica, vermiculita e inoculação de *Rhizobium* spp. em sementes de *Erythrina falvata*. **IPEF**, Piracicaba, **20**: 101-13, 1980.

FURUTA, T. & MARTIN, W.C. Effect of fertilizer application rate and method on plant growth. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, 77:637-42, 1961.

GALBIATTI, J.A.; LIBARDI, D.L.; BENINCASA, M.; GARCIA, A. Influência da incorporação de vermiculita expandida sobre alguns parâmetros hídricos de três solos. **Cientifica**, São Paulo, 20(2):378-89, 1992.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; PEREIRA, A.R. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes e em bandejas de isopor. **Árvore**, Viçosa, 9(1): 58-86, 1985.

HANDRECK, K.A. & BLACK, N.D. **Growing media for ornamental plants and turf**. Australia. University of New South Wales Press, 1994. 448p.

HODGSON, T.J. Growing media for container nurseries: An intern statement. **South African Forestry Journal**, Pretoria, 117: 34-6, 1981.

KIEHL, E.J. Aproveitamento da turfa na agricultura - caracterização e influência nas propriedades do solo. In. SEMINÁRIO SOBRE TURFA: Propescção, produção e usos.S.P., 1984. **Palestras**. S.P., CESP, 1985. 219p.

KIEHL, P.A.; LEITH, J.H.; GURGER, D.W. Growth response of chrysanthemum to various conyainer medium moisture tension levels. **Journal of the American Society for Horticulture Science**, St. Joseph, **117**(2) 224-9, 1992.

KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T.T. **Physiology of tree**. New York, McGraw Hill, 1960. 642p.

LA MALFA, G. & RUGGERI, A. Pot plant production of *Howea forsterana* in southern regions of Italy. **Acta Horticulturae**, The Hague, **246**:269-74, 1989.

LAMONT, G.P.; CRESSWELL, G.C.; SPOHR, L.J. Response of Kentia palm (*Howea forsterana*) to controlled-release fertilizer. **Scientia-Horticulturae**, Amsterdam, **36**:3-4, 293-302, 1988.

LAMONT, G.P.; WORRAL, R.J.; O'CONNELL, M.A. The effects of temperature and time on the solubility of resin-coated controlled-release fertilizers under laboratory and field conditions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, **32**:265-73, 1987.

LANGERUD, B.R. & SANDVIK, M. Development of containerized *Picea abies* (L) Karst. seedlings grown with heavy watering on various peat, perlite and mineral wool mixtures. **New Forests**, Dordrecht, **1**(2):89-99, 1987.

LEITE, J.A. & MEDINA, B.F. Efeito da irrigação no crescimento de plantas da seringueira em viveiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **20**(6): 683-92, 1985.

LINARDAKIS, D.K. & MANIOS, V.I. Hydroponics culture of strawberries in plastic greenhouse in a vertical system. **Acta Horticulturae**, The Hague, **287**:317-26, 1991.

LUNT, O.R. & OERTLI, J.J. Controlled release of fertilizer minerals by incapsulating membranes: II. Efficiency of recovery, influence of soil moisture, mode of application, and other consideration related to use. **Soil Science Society of American Proceedings**, Madison, **26**(6):584-7, 1962.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**, adubos e adubação. 3ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1981. 602p.

MILKS, R.R.; FONTENO, W.C.; LARSON, R.A. Hydrology of Horticultural Substrates:III Predicting air and water content of limited-volume plug cells. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, **114**(1): 57-61, 1989.

MINAMI, K. **Vermiculita na agricultura**. Piracicaba, ESALQ/Departamento de Horticultura. 1984. 20p.

MONIZ, A.C. **Elementos de pedologia**. Rio de Janeiro, Ed.Universitária de São Paulo, 1972. 459p.

OERTLI, J. & LUNT, O.R. Controlled release of fertilizer minerals by incapsulating membranes: Factors influencing the rate of release. **Soil Science Society of American Proceedings**, Madison, **26**(6):579-83, 1962.

ORLANDER, G. & DUE, K. Location of hydraulic resistance in the soil-plant pathway in seedlings of *Pinus silvestris* L. grown in peat. **Canadian Journal Forest Research**. Ottawa, **16**(1): 115-23, 1986.

PAES, L.A.D. Características hidráulicas dos microaspersores DANTAS MA-120 e IRTEC, e de linhas laterais em sistemas de irrigação por microaspersão. Viçosa, 1985. 85p. (Dissertação de Mestrado).

- POMPEU JR., J. Copas e porta-enxertos. SIMPÓSIO DE CITRICULTURA, Anais, Jaboticabal, FCAV-UNESP, 1988. 308p.
- RIVIERE, L.M.; FOUCARD, J.C.; LEMAIRE, F. Irrigation of container crops according to the substrate. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, **43**(3-4): 339-49, 1990.
- SIMÕES, J.W. Métodos de produção de mudas de Eucaliptos. **IPEF**, Piracicaba, **1**: 101-6, 1970.
- SPURR, S.H. & BARNES, B.Y. Forest ecology. New York. The Ronald Press, 1973. 571p.
- STURION, J.A. Métodos de produção e técnicas de manejo que influenciam o padrão de qualidade de mudas de essências florestais. 1º Seminário de Sementes e Viveiros Florestais. vol.II, Curitiba, 1981. 26p.
- THOMAS, W. Growing orchids in rockwool. **American Orchid Society Bulletin**, Washington, **58**(12): 1212, 1989.
- TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F.J.L. Meteorologia descritiva, fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo, Ed.Nobel, 1980. 373p.

URQUIAGA, C.S.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K.; MORAES, S.O.;
PADOVESE, P.P.; COSTA, A.C.S.da. Efeito da adição de
matéria orgânica e de vermiculita expandida em algumas
propriedades de um oxisolo com gramínea (*Melinis
minutiflora* Beauv). In: COLÓQUIO REGIONAL SOBRE MATÉRIA
ORGÂNICA DO SOLO, Piracicaba, 1982. p.237-43.

VAN DER BOON, J. & NIELS, H. Use of bark ,and of sod and
cuttings from Moorland vegetation in potting mixtures.
Acta Horticulturae, The Hague, **172**: 55-65, 1985.

WARRALL, R.J.; LAMONT, G.P.; O'CONNELL, M.A. The growth
response of container - grown woody ornamentals to
controlled - release fertilizers. **Scientia Horticulturae**,
Amsterdam, **32**:275-286, 1987.

A N E X O

QUADRO 1: Valores dos quadrados médios, obtidos pela análise da variância, para porcentagem de umidade dos substratos, antes da irrigação:

C.V.	G.L.	Período				
		09/mar	15/mar	21/mar	27/mar	02/abr
Blocos/Freq.	9	-	-	-	-	-
Frequências	2	1587,1612 **	1904,4101 **	2221,8579 **	2106,9063 **	2075,7049 **
Substratos	4	537,3428 **	347,9607 **	387,6144 **	363,0401 **	385,1451 **
Adubo	1	70,3801 ns	176,1763 *	106,5967 ns	106,0320 ns	35,8415 ns
Freq.x Sub.	8	25,5065 **	25,5798 ns	18,8534 ns	20,4507 ns	20,6538 ns
Freq.x Adubo	2	0,5943 ns	79,7666 ns	34,1483 ns	66,1080 ns	63,1409 ns
Sub.x Adubo	4	34,8415 **	93,4757 *	63,2170 ns	59,5053 ns	58,3891 ns
Freq.x Sub.x Adubo	8	7,7983 ns	13,1931 ns	8,7238 ns	20,0488 ns	19,7831 ns
Resíduo	81	8,7164	33,7752	28,9277	36,2137	32,6250
Coef.Varição(5%)		5,545%	11,393%	9,844%	11,711%	11,349%

C.V.	G.L.	Período				
		08/abr	14/abr	20/abr	26/abr	02/mai
Blocos/Freq.	9	-	-	-	-	-
Frequências	2	2793,4481 **	2705,1647 **	496,9997 **	2136,5481 **	3644,4206 **
Substratos	4	381,9033 **	461,6520 **	334,6999 **	362,4396 **	490,6997 **
Adubo	1	32,2403 ns	45,2641 ns	9,2963 ns	10,6548 ns	16,5763 ns
Freq.x Sub.	8	18,0281 ns	24,2552 ns	20,4008 ns	19,3814 ns	37,6358 ns
Freq.x Adubo	2	87,6126 ns	51,1136 ns	14,8276 ns	34,9532 ns	82,6391 ns
Sub.x Adubo	4	30,9895 ns	59,2768 ns	27,1593 ns	38,3443 ns	42,2901 ns
Freq.x Sub.x Adubo	8	22,7624 ns	31,3775 ns	12,1805 ns	25,8936 ns	30,3960 ns
Resíduo	81	28,0637	35,3024	24,6542	27,5762	44,1142
Coef.Varição(5%)		9,947%	11,559%	8,443%	9,638%	13,431%

C.V.	G.L.	Período				
		08/mai	14/mai	20/mai	26/mai	01/jun
Blocos/Freq.	9	-	-	-	-	-
Frequências	2	3549,6203 **	3750,4387 **	1656,5985 **	2356,9585 **	2035,8673 **
Substratos	4	393,6781 **	401,3083 **	428,0247 **	444,6583 **	398,7532 **
Adubo	1	48,9781 ns	51,6363 ns	175,2084 ns	46,7384 ns	53,4398 ns
Freq.x Sub.	8	22,3975 ns	23,3897 ns	23,3855 ns	33,6238 ns	24,3591 ns
Freq.x Adubo	2	66,7362 ns	97,0304 ns	162,2111 *	107,0772 ns	98,8672 ns
Sub.x Adubo	4	36,6374 ns	29,8396 ns	30,4798 ns	31,0321 ns	41,0361 ns
Freq.x Sub.x Adubo	8	33,4392 ns	36,7891 ns	40,2069 ns	30,3894 ns	38,9542 ns
Resíduo	81	43,1312	45,3767	48,8318	46,6703	43,3065
Coef.Varição(5%)		12,636%	13,591%	13,849%	13,645%	12,981%

* análise de variância, com aplicação do teste F, significativa ao nível de 5% de probabilidade.

** análise de variância, com aplicação do teste F, significativa ao nível de 1% de probabilidade.

ns análise de variância, com aplicação do teste F, não significativa.

QUADRO 2: Valores dos quadrados médios, obtidos pela análise da variância, para porcentagem de umidade dos substratos, após a irrigação:

C.V.	G.L.	Período				
		09/mar	15/mar	21/mar	27/mar	02/abr
Blocos/Freq.	9					
Frequências	2	170,8178 **	130,3593 **	289,1626 **	307,2341 **	293,3573 **
Substratos	4	383,1542 **	309,5958 **	342,3801 **	275,1257 **	303,1819 **
Adubo	1	37,6320 **	43,8021 ns	53,6004 ns	41,8901 ns	59,6038 ns
Freq.x Sub.	8	3,2041 ns	18,7273 ns	21,1595 ns	14,1813 ns	15,4974 ns
Freq.x Adubo	2	0,6948 ns	14,5396 ns	22,5686 ns	9,3606 ns	12,8539 ns
Sub.x Adubo	4	18,7928 **	57,2717 *	26,9262 ns	26,5315 ns	25,8378 ns
Freq.x Sub.x Adubo	8	8,0672 ns	8,5989 ns	13,2144 ns	9,5067 ns	8,9741 ns
Resíduo	81	5,0208	20,3058	14,4619	19,5031	15,8432
Coef.Variação(5%)		3,687%	7,633%	6,225%	7,409%	6,405%

C.V.	G.L.					
		08/abr	14/abr	20/abr	26/abr	02/mai
Blocos/Freq.	9					
Frequências	2	225,0731 **	468,3615 **	2413,9725 **	479,8319 **	783,4624 **
Substratos	4	303,7667 **	291,7318 **	508,0170 **	305,6793 **	344,7583 **
Adubo	1	60,9187 *	27,3608 ns	1,1603 ns	18,3593 ns	0,5603 ns
Freq.x Sub.	8	13,8619 ns	18,4293 ns	25,8442 ns	26,7918 ns	31,4427 ns
Freq.x Adubo	2	21,3188 ns	6,9167 ns	19,2551 ns	22,1432 ns	43,7173 ns
Sub.x Adubo	4	18,1575 ns	16,0322 ns	45,8108 ns	22,3918 ns	20,9456 ns
Freq.x Sub.x Adubo	8	8,5834 ns	13,4332 ns	19,4543 ns	14,5418 ns	12,3872 ns
Resíduo	81	12,2849	20,0918	36,8271	19,8032	25,9812
Coef.Variação(5%)		5,758%	7,612%	11,582%	7,573%	8,809%

C.V.	G.L.					
		08/mai	14/mai	20/mai	26/mai	01/jun
Blocos/Freq.	9					
Frequências	2	291,3741 **	506,8731 **	897,5145 **	606,9574 **	786,6213 **
Substratos	4	342,7328 **	289,3975 **	291,9800 **	304,3214 **	291,9318 **
Adubo	1	9,3547 ns	15,3541 ns	13,1341 ns	21,3891 ns	19,3542 ns
Freq.x Sub.	8	19,3951 ns	17,7372 ns	20,5841 ns	18,3928 ns	14,3181 ns
Freq.x Adubo	2	38,3592 ns	40,5442 ns	63,5536 ns	54,3982 ns	56,7418 ns
Sub.x Adubo	4	20,6215 ns	23,3541 ns	17,8045 ns	30,0819 ns	31,1093 ns
Freq.x Sub.x Adubo	8	12,4398 ns	17,2316 ns	27,3343 ns	18,4783 ns	17,0509 ns
Resíduo	81	15,2381	19,1974	29,7946	23,9879	30,7538
Coef.Variação(5%)		6,369%	7,347%	9,410%	8,235%	9,541%

* análise de variância, com aplicação do teste F, significativa ao nível de 5% de probabilidade.

** análise da variância, com aplicação do teste F, significativa ao nível de 1% de probabilidade.

ns análise da variância, com aplicação do teste F, não significativa.

QUADRO 3: Valores dos quadrados médios, obtidos pela análise da variância, para pH dos substratos:

C.V.	G.L.	Q.M. (dias após semeadura)					
		(0)	30	45	60	75	90
Blocos\Freq.	6	-	-	-	-	-	-
Frequências	2	-	0,1541*	1,0235**	0,2543**	2,0164**	0,1240**
Substratos	4	(4) (0,3660)**	2,4260**	4,0182**	3,7713**	4,4960**	4,9815**
Adubo	1	-	1,6538**	2,1778**	1,4951**	2,1778**	1,2250**
Freq. x Sub.	8	-	0,0208ns	0,0383**	0,0313*	0,0390ns	0,0240*
Freq. x Adubo	2	-	0,0148ns	0,0115ns	0,0081ns	0,1618**	0,0040ns
Sub. x Adubo	4	-	0,1480**	0,1333**	0,1098**	0,0786**	0,0525**
Freq. x Sub. x Adubo	8	-	0,0256ns	0,0591**	0,0487**	0,0351ns	0,0165ns
Resíduo	54	(8) (0,0080)	0,0359	0,0122	0,0127	0,0195	0,0103
Coef.Variação (5%)		1,447%	2,948%	1,755%	1,803%	2,224%	1,583%

QUADRO 4: Valores dos quadrados médios, obtidos pela análise da variância, para sólidos totais dissolvidos dos substratos:

C.V.	G.L.	Q.M. (dias após semeadura)					
		(0)	30	45	60	75	90
Blocos\Freq.	6	-	-	-	-	-	-
Frequências	2	-	0,2920**	0,7960**	0,1390**	0,1110**	0,0040*
Substratos	4	(4) (0,3660)**	0,1335**	0,1475**	0,0665**	0,0265**	0,0060**
Adubo	1	-	0,0640**	0,6760**	0,0640**	0,0360**	0,0160**
Freq. x Sub.	8	-	0,3075**	0,1010**	0,0103**	0,0160**	0,0015ns
Freq. x Adubo	2	-	0,0280**	0,2920**	0,0430**	0,0210**	0,0040*
Sub. x Adubo	4	-	0,0065*	0,0585**	0,0065*	0,0035*	0,0060**
Freq. x Sub. x Adubo	8	-	0,0043ns	0,0420**	0,0118**	0,0035*	0,0015ns
Resíduo	54	(8) (0,0080)	0,0023	0,0021	0,0021	0,0012	0,0012
Coef.Variação (5%)			25,877%	19,691%	26,274%	24,972%	30,376%

** = análise da variância, com aplicação do teste F, significativa a 1% de probabilidade.

* = análise da variância, com aplicação do teste F, significativa a 5% de probabilidade.

ns = análise da variância, com aplicação do teste F, não significativa.

QUADRO 5: Valores dos quadrados médios, obtidos pela análise da variância, para porcentagem de germinação de sementes:

C.V.	G.L.	Q.M. (dias após semeadura)				
		10/03	12/03	15/03	17/03	22/03
BlocosIFreq.	9	-	-	-	-	-
Frequências	2	0,6828ns	10,0023ns	37,9231ns	63,2073*	45,6204**
Substratos	4	177,6975**	1231,8067**	794,1067**	793,9372**	92,4478**
Adubo	1	22,3603*	470,0520**	58,3807ns	22,1021ns	7,4501ns
Freq. x Sub.	8	4,3303ns	103,8038ns	32,1875ns	29,7156ns	11,8480*
Freq. x Adubo	2	0,4731ns	99,5054ns	16,0532ns	25,0781ns	0,2463ns
Sub. x Adubo	4	1,6778ns	124,7969ns	108,3103**	91,9469**	6,7174ns
Freq. x Sub. x Adubo	8	1,4181ns	31,8514ns	40,0316ns	27,7929ns	5,4511ns
Resíduo	81	4,5156	55,3042	21,9571	18,4355	5,1988
Coef.Variação (5%)		21,144%	12,925%	5,261%	4,679%	2,355%

QUADRO 6: Valores dos quadrados médios, obtidos pela análise da variância, para comprimento de raiz:

C.V.	G.L.	Q.M. (dias após semeadura)				
		30	45	60	75	90
BlocosIFreq.	9	-	-	-	-	-
Frequências	2	13,8581**	0,5146ns	2,8606*	0,5551ns	2,6066*
Substratos	4	14,9339**	15,8260**	8,3443**	3,0328**	2,9518**
Adubo	1	0,6601ns	0,0608ns	0,8841ns	0,0008ns	0,4688ns
Freq. x Sub.	8	3,4244*	1,3187ns	1,3733ns	0,2047ns	0,9677ns
Freq. x Adubo	2	0,8376ns	2,1933ns	0,4951ns	0,7998ns	0,2483ns
Sub. x Adubo	4	4,3753*	1,2951ns	5,7293**	0,3072ns	0,4185ns
Freq. x Sub. x Adubo	8	1,2912ns	2,1392*	1,2059ns	0,6125ns	0,4371ns
Resíduo	81	1,3818	0,9058	0,6936	0,5721	0,5684
Coef.Variação (5%)		12,453%	9,483%	8,110%	7,130%	7,055%

** = análise da variância, com aplicação do teste F, significativa a 1% de probabilidade.

* = análise da variância, com aplicação do teste F, significativa a 5% de probabilidade.

ns = análise da variância, com aplicação do teste F, não significativa.

QUADRO 7: Valores dos quadrados médios, obtidos pela análise da variância, para altura de plantas:

C.V.	G.L.	Q.M. (dias após sementeira)				
		30	45	60	75	90
Blocos\Freq.	9	-	-	-	-	-
Frequências	2	6,7976**	22,1023**	7,4093**	7,5641**	11,3828**
Substratos	4	2,2618**	11,3672**	20,0753**	34,8847**	36,4393**
Adubo	1	1,1213ns	32,9701**	206,1941**	315,9007**	478,0021**
Freq. x Sub.	8	1,1964*	1,0483*	1,3514ns	1,3137ns	2,2710ns
Freq. x Adubo	2	0,3756ns	5,6903**	12,9263**	14,2118**	28,7181**
Sub. x Adubo	4	0,2205ns	0,4482ns	13,6368**	12,3299**	16,6973**
Freq. x Sub. x Adubo	8	0,2332ns	0,6319ns	1,8822ns	3,1009*	0,8742ns
Resíduo	81	0,4525	0,4536	1,2734	1,2402	1,2306
Coef.Variação (5%)		10,072%	8,845%	12,539%	11,363%	10,980%

QUADRO 8: Valores dos quadrados médios, obtidos pela análise da variância, para volume de raiz:

C.V.	G.L.	Q.M. (dias após sementeira)				
		30	45	60	75	90
Blocos\Freq.	9	-	-	-	-	-
Frequências	2	0,0780**	0,1492**	0,0598**	0,4043**	0,6812**
Substratos	4	0,0953**	0,0585**	0,1014**	0,1926**	0,3624**
Adubo	1	0,0323**	0,1415**	0,2521**	1,5008**	4,4045**
Freq. x Sub.	8	0,0163**	0,0082**	0,0089ns	0,0336**	0,0351*
Freq. x Adubo	2	0,0035ns	0,0293**	0,0385**	0,1093**	0,3243**
Sub. x Adubo	4	0,0091**	0,0014ns	0,0342**	0,0820**	0,2255**
Freq. x Sub. x Adubo	8	0,0030ns	0,0029ns	0,0055ns	0,0318**	0,0303ns
Resíduo	81	0,0017	0,0026	0,0063	0,0064	0,0167
Coef.Variação (5%)		20,546%	22,377%	25,873%	20,313%	24,294%

** = análise da variância, com aplicação do teste F, significativa a 1% de probabilidade.

* = análise da variância, com aplicação do teste F, significativa a 5% de probabilidade.

ns = análise da variância, com aplicação do teste F, não significativa.