

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JULIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**CONDICIONADORES EM SUBSTRATOS PARA A  
FORMAÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO COM  
DOIS NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO**

**Reginaldo Itiro Muraishi**  
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
Junho de 2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JULIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**CONDICIONADORES EM SUBSTRATOS PARA A  
FORMAÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO COM  
DOIS NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO**

**Reginaldo Itiro Muraishi**

**Orientador: Prof. Dr. João Antonio Galbiatti**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Ciência do Solo).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
Junho de 2012

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**REGINALDO ITIRO MURAISHI** – Filho de Alexandre Muraishi e Akiko Muraishi, nascido em Guaíra – SP em 12 de fevereiro de 1962. Formou – se em Agronomia pela Faculdade “Luiz Meneghel” em 21 de julho de 1984. Realizou estágios na ESALQ-USP, Departamento de Entomologia orientado pelo Professor Dr. Octavio Nakano com culturas de algodão, soja e milho; trabalhou como Engenheiro Agrônomo representante de multinacional na área de nutrição de plantas(micronutrientes), e atualmente como professor universitário e consultor ambiental. Em agosto de 2006, ingressou no curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em nível de Mestrado na UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Em julho de 2008 recebeu o título de Mestre em Agronomia com ênfase em Ciência do Solo pela UNESP. Em Agosto de 2008 iniciou o curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, nível Doutorado, na UNESP. A partir de fevereiro de 2002 é docente no Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, ministrando as disciplinas de Ecologia Aplicada, Gestão de Recursos Ambientais, Anatomia e Sistemática Vegetal e Paisagismo, Parques e Jardinagens nos Cursos de Zootecnia e Agronomia.

Dedico este projeto a minha mãe, **Akiko Muraishi** e ao meu querido companheiro, amigo e vô, **Moacyr Rodrigues de Souza**, que hoje me protege e abençoa do céu.

Aos meus pais Alexandre e Akiko Muraishi, minhas irmãs Meyre, Luzia, Cleide, Elisa e irmão Haroldo, pelo amor e carinho...

## **OFEREÇO**

À Maria Cássia,  
pelo apoio irrestrito na concretização pela  
sabedoria e cumplicidade, enfim, pelo toque  
adicional de felicidade em minha vida, e a meus  
filhos Rafael, Eduardo e Gustavo um exemplo a  
seguir....

## **DEDICO**

Ao Prof. Dr. João Antonio Galbiatti, Não  
existem palavras para descrever toda  
minha admiração e gratidão, por ser  
amigo, companheiro e pai,

## **OBRIGADO**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por sempre guiar e iluminar meu caminho.

À FCAV/UNESP, em especial ao Departamento de Engenharia Rural pela oportunidade de realizar este trabalho e pela concessão da área de plásticultura, equipamentos, funcionários e orientador.

A minha família, em especial minha esposa Maria Cássia, filhos Rafael, Eduardo e Gustavo, pela paciência e incentivos.

A minha mãe Akiko Muraishi e o amigo e companheiro Professor Moacyr Rodrigues de Souza, por onde estiver certamente estará apoiando a minha realização.

Ao professor Dr. João Antônio Galbiatti, pela oportunidade, aceitando-me como orientado, pela paciência, amizade, aprendizado e apoio em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Fabio Olivieri de Nobile, Prof. Dr. Danilo Cesar Checchio Grotta e Pós graduando Eng. Agrônomo Walter Maldonado Jr. pela paciência e incentivo nas orientações.

Aos professores Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani, Dr. José Carlos Barbosa, Dr. José Eduardo Piteli Turco e Dr. Fabio Olivieri de Nobile, pela avaliação e aprovação no Exame de Qualificação para o Doutorado.

A banca examinadora, professores Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani, Dr. Renato Faria do Vale Junior, Dr. Fabio Olivieri de Nobile e Dr. Emerson Fachini pela correção e sugestões que foram e serão de grande valia.

Ao professor Dr. José Carlos Barbosa, pelo apoio oferecido na realização das análises estatísticas.

A todos os professores e funcionários do departamento de Engenharia Rural da **FCAV/UNESP** pelo apoio oferecido e amizade.

Aos bibliotecários da UNESP - Jaboticabal, pelo atendimento dedicado.

A todos os colegas do Campus de Jaboticabal, que de alguma maneira colaboraram para realização desse trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	ix
SUMMARY.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Hipótese.....	3
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Geral.....	3
1.2.2. Específicos.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Uso de polímeros na agricultura.....	4
2.1.1. Polímeros e a interação com cátions e ânions.....	6
2.2. Uso de vermiculita em substratos.....	9
2.3. Uso de composto de lixo na produção de mudas.....	11
2.4. Uso de composto de poda de arvores na formação de mudas.....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1. Localização.....	15
3.2. Caracterização agrônômica do composto de lixo.....	16
3.3. Caracterização agrônômica do composto de poda de arvores.....	17
3.4. Caracterização da vermiculita.....	18
3.5. Caracterização do polímero agrícola.....	19
3.6. Caracterização da água para irrigação.....	20
3.7. Caracterização da espécie.....	20
3.8. Delineamento experimental e tratamentos.....	21
3.9. Instalação e condução do experimento.....	22
3.10. Irrigação.....	23
3.11. Determinações Experimentais.....	25
3.11.1 Variáveis biométricas.....	25
3.11.2 Análises Estatísticas.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
4.1. Análise biométrica da planta.....	26
4.1.1. Média das variáveis biométricas.....	26
4.1.2. Análise biométrica para número de folhas.....	27
4.1.3 Análise biométrica para altura.....	28
4.1.4. Análise biométrica para diâmetro do colo.....	29
4.1.5. Análise biométrica para massa de matéria seca.....	30
5. CONCLUSÕES.....	32
6. REFERÊNCIAS.....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Características químicas e físicas dos compostos testados.....	17
2	Características químicas da água testada.....	20
3	Composição volumétrica dos substratos utilizados para produção muda <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook, para cada lâmina irrigação.....	21
4	Análises de variância para efeitos principais das variáveis, número de folhas, altura, diâmetro do colo e massa matéria seca em mudas <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook submetidas a diferentes lâminas de irrigação e condicionadores junto ao substrato.....	26
5	Desdobramento da interação entre níveis irrigação e condicionadores para número de folhas.....	27
6	Desdobramento da interação entre condicionadores e doses utilizadas para o número de folhas.....	28
7	Desdobramento da interação entre níveis de irrigação e condicionadores para a altura.....	28
8	Desdobramento da interação entre condicionadores e doses utilizadas para a altura.....	29
9	Desdobramento da interação entre níveis de irrigação e condicionadores para o diâmetro do colo.....	29
10	Desdobramento da interação entre condicionadores e doses utilizadas para o diâmetro do colo.....	30
11	Desdobramento da interação entre níveis de irrigação e condicionadores para a massa de matéria seca.....	30
12	Desdobramento da interação entre condicionadores e doses utilizadas para a massa de matéria seca.....	31



**LISTA DE FIGURAS**

Figura		Página
1	Estrutura química do polímero.....	5
2	Estufa utilizada no experimento.....	15
3	Composto de lixo urbano.....	16
4	Composto de poda arvore.....	18
5	Vermiculita.....	19
6	Polímero agrícola.....	19
7	Sementes de <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.....	21
8	Bandeja e tubetes.....	22
9	Atmômetro modificado.....	24

## CONDICIONADORES EM SUBSTRATOS PARA A FORMAÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO COM DOIS NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO

**RESUMO** - O uso de vermiculita e polímeros agrícolas como condicionadores em substratos no Brasil têm contribuído para melhorar a germinação de sementes, desenvolvimento das plantas, além da redução das perdas de água de irrigação. O objetivo deste trabalho foi quantificar e estimar as misturas dos condicionadores em substratos de compostos orgânicos lixo e compostos orgânicos de poda de árvores e a redução da irrigação na produção de mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook. Foram testados duas lâminas d'água (50% e 100% da evapotranspiração de referência medida pelo atmômetro) e 2 condicionadores no substrato em 3 concentrações (vermiculita 15%, 20% e 30% e polímeros 0,5%, 1,0% e 2,0% em volume), além de duas testemunhas que receberam 50% e 100% de irrigação. O experimento foi conduzido em delineamento blocos casualizados, com arranjo fatorial em três blocos e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi avaliado o número de folhas, altura da planta, diâmetro do colo e massa de matéria seca. Da análise dos resultados em condição de produção de mudas, concluiu-se que a vermiculita apresentou resultado superior em irrigação com lâmina d'água a 50% e a utilização de polímero a 0,5% sob lâmina d'água 100% irrigação foi melhor tratamento para massa de matéria seca. Além disso, verificou-se que não é recomendável a utilização do polímero em doses acima de 0,5% e vermiculita acima de 15%.

**PALAVRAS-CHAVE** – Composto orgânico, irrigação, polímeros, vermiculita

## CONDITIONERS IN SUBSTRATES FOR THE FORMATIONS OF EUCALYPTUS SEEDLINGS WITH TWO LEVELS OF IRRIGATION

**SUMMARY** - The use of vermiculite and polymers as conditioners for agricultural substrates in Brazil, have improved seed germination, plant development, and reduce losses of irrigation water. The objective of this study was to quantify and estimate mixtures of conditioners on substrates of organic compounds waste and organic compounds of trees pruning and reduction of irrigation in the production of seedling *Eucalyptus citriodora* Hook. It was tested the irrigation with two water depths with (50% and 100% of evapotranspiration by atmometer) measured and 2 conditioning in the substrate in 3 concentrations (vermiculite with 15%, 20% and 30% and polymers 0.5%, 1,0% and 2.0% by volume), besides two controls which received only 50% and 100% of irrigation. The experiment was conducted by a randomized block design with factorial arrangement, three blocks and the average was compared by Tukey test at 5% probability. Was evaluated the number of leaves, plant height, stem diameter and dry matter. Analysis of the results in conditions of seedlings production, it was concluded that the vermiculite showed superior results in a water irrigation with the use of 50% and the polymer application to 0.5% in a water irrigation, 100% better treatment for dry matter. Besides, it was found that it is not advisable to use of the polymer at doses above 0.5% and above 15% vermiculite.

**KEYWORDS** - organic compost, irrigation, polymer, vermiculite

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de substratos com propriedades físico-químicas adequadas é um fator crucial na produção de mudas de reflorestamentos. O substrato deve propiciar boa formação de raízes e sustentação da planta, apresentar granulometria adequada, resistência à lixiviação pela água, baixa densidade, alta capacidade de troca catiônica (CTC) e retenção de água, fornecer os nutrientes essenciais, ser isento de sementes de plantas invasoras e de agentes fitopatogênicos.

Diversos materiais de origem vegetal e animal têm sido utilizados em substratos orgânicos para a produção de mudas e dentre os elementos que podem ser combinados para serem utilizados estão a vermiculita, o húmus de minhoca, os esterco bovinos, a moinha de carvão, a terra de subsolo, a areia, a casca de árvores, casca de arroz, fibra da casca de coco, o composto de lixo, a serragem, o bagaço de cana, as acículas de *Pinus sp* e a turfa (FERNANDES et al., 2006).

A utilização do composto de lixo (SAMPAIO et al., 2008) tem aumentado consideravelmente, tanto pela redução do volume desses resíduos no ambiente quanto em relação ao fornecimento de nutrientes e melhoria das propriedades físicas e químicas do solo e de substratos; mostrando-se positivo em diversos cenários como na produção de mudas de pinhão-manso (LIMA, 2011). Substratos com concentração até 20% de resíduo sólido orgânico urbano já se demonstraram positivos na produção de mudas de eucalipto, não afetando a taxa de sobrevivência das mesmas até essa dose (NOBILE et al., 2011).

Outro resíduo que pode ser reaproveitado “in natura” ou na forma de compostos, são ramos e galhos resultantes da poda de árvores dos centros urbanos, que pode e deve ser considerado como uma fonte de adubo orgânico para diversas culturas. Quando utilizado na forma in natura estes resíduos formam uma densa camada de fitomassa nas áreas de cultivo que além de proteger o solo contra a erosão, serve para estimular a atividade biológica contribuindo diretamente com o aumento natural, gradual e equilibrado da disponibilidade de nutrientes para as plantas. Essa ciclagem de nutrientes mediante o uso do material orgânico representa

uma forma de retenção e manutenção do carbono sequestrado no solo, minimizando assim as emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera e contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola (MELÉM JUNIOR, 2011).

Ainda não existe no mercado um substrato ideal e, dentre os materiais utilizados por viveiristas, a vermiculita expandida é um dos componentes utilizados, principalmente para a produção de mudas de espécies florestais devido a vantagens como: fácil obtenção, uniformidade na composição química e granulométrica, porosidade, capacidade de retenção de água e baixa densidade (MARTINS et al., 2009). Além disso, é um produto estéril, devido ao processo de expansão que é realizado entre 800 e 900° C (ISOLANTES, 2009).

Como alternativa à vermiculita, vários estudos apontam para o polímero agrícola (hidrogel) a fim de melhorar as condições do substrato para o desenvolvimento das mudas. A retenção de água é uma importante propriedade do polímero mostrando resultados positivos na redução da frequência de irrigação (ABEDI-KOUPAI, 2008). O polímero agrícola pode absorver até 400 vezes o seu peso em água (BOURANIS et al., 1995) e, devido a essa grande capacidade de retenção de água tem sido utilizada com bons resultados na agricultura como condicionador no solo (GÜNES, 2007). No entanto, o excesso do polímero como condicionador pode ter efeito negativo causando a morte de plantas de *Pinus sylvestris* L. (SARVAS et al., 2007).

Segundo WENDLING & GATTO (2002), o tipo de substrato utilizado na produção de mudas é de fundamental importância na determinação da frequência de irrigação e do volume de água a ser aplicado. Para substratos com menor capacidade de retenção de água (casca de arroz carbonizada, areia, moinha de carvão, etc.), a irrigação deve ser mais frequente do que naqueles com maior capacidade de retenção (terra do subsolo, composto orgânico, húmus, fibra de coco, etc). A maior eficiência do uso da água ocorre quando a mesma é aplicada pela manhã, evitando que o substrato apresente umidade excessiva durante o período noturno, reduzindo os riscos de doenças nas mudas.

O *Eucalyptus citriodora* Hook é a espécie mais difundida no Brasil, largamente

utilizadas em reflorestamento com alta taxa de crescimento, forma retilínea do fuste, desrama natural e adaptada às mais variadas condições de uso e na maioria das vezes dura, pesada, resistente, com textura fina e baixa estabilidade dimensional (VENTURA et al., 1966; FIGLIOLIA et al., 1993; MORAIS et al., 2010).

Apesar das propriedades promissoras que os polímeros hidrorretentores e vermiculita apresentam, são necessários estudos para a determinação de seus reais efeitos nas propriedades do substrato e comportamento das plantas.

## **1.1. HIPÓTESE**

O uso de condicionadores a base de polímeros e vermiculita nos substratos, melhora a retenção de água e o desenvolvimentos na formação de mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Geral**

A pesquisa visou estabelecer alternativas de manejos na produção de mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook, com substrato á base de composto orgânicos de lixo, composto orgânicos de poda de árvore e condicionadores polímero agrícola, vermiculita, e dois níveis de irrigação.

### **1.2.2. Específicos**

- Avaliar as variáveis biométricas de mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook em substratos a base de compostos orgânicos de lixo e composto orgânico de poda de arvores;
- Estudar os efeitos da associação dos substratos com polímero agrícola e vermiculita na formação de mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook;
- Analisar o desenvolvimento da muda de *Eucalyptus citriodora* Hook em diferentes substratos em dois níveis de irrigação.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Uso de polímeros na agricultura

Polímeros hidroabsorventes ou gel agrícola podem ser de origem natural (derivado do amido) ou sintético (derivados do petróleo), que são valorizados por suas habilidades em absorver e estocar água. Os hidroabsorventes mais frequentemente usados são os polímeros sintéticos propenamidas (originalmente denominados poliacrilamida ou PAM) e os co-polímeros propenamida-propenoato (originalmente conhecidos com poliacrilamida-acrilato ou PAA) usados como flocculantes principalmente em fraldas e outros artigos sanitários de líquidos químicos residuais (TERRACOTTEM, 1998).

Esses polímeros têm propriedades especiais, como diferente capacidade de retenção de água e diferentes possibilidades de reserva de água para as raízes das plantas. Estas propriedades tornam os polímeros capazes para a aplicação em diferentes tipos de solo, em diferentes condições ambientais e para diferentes espécies de plantas (COTTHERM, 1988).

A aparência destes polímeros, quando secos, é granular e branca, apresentando a forma de gel transparente depois de hidratado. São substâncias insolúveis em água, com capacidade de absorver mais de cem vezes a sua própria massa em água (AZEVEDO, et al. 2002).

No entanto, os polímeros externamente podem parecer semelhantes, mas a sua constituição química e estrutura física podem ser muito diferentes e isto irá afetar a maneira como ele absorverá, reterá e irá liberar água e nutrientes. Os polímeros, por essa razão são classificados em três diferentes grupos, que são: Grupo I: a água fica irreversivelmente confinada por uma forte ligação H-H, permanecendo, portanto, 100% dentro do polímero, ou seja, nenhuma água é liberada; Grupo II: tem a capacidade de absorver enorme quantidade de água, mas uma fraca ligação física evita a permanência da água no polímero por longos períodos. A água é perdida em poucos dias; Grupo III: a água é confinada por fraca ligação de hidrogênio. Portanto,

absorve e libera a água por longos períodos de tempo (VILJOEN, 1977). Os polímeros utilizados na agricultura são pertencentes ao terceiro grupo.

Dentro deste terceiro grupo, existem três grupos principais de polímeros utilizados em aplicação em agricultura que são os co-polímeros de amido (poliacrilonitrila-amido); polivinil alcoís; e poliacrilamidas (co-polímero de acrilamida sódica-acrilato) (TITTONELL, et al., 2002).

Os polímeros, quimicamente, são constituídos de cadeia longa de unidades estruturais repetidas chamados monômeros. A polimerização ocorre quando duas ou mais moléculas pequenas combinam-se para formar moléculas maiores (COTTHEM, 1988).

De acordo com VILJOEN (1977), os polímeros absorventes apresentam copolímeros de ligação cruzada de ácido acrílico e acrilamida, que são neutralizados com sal de potássio para dar um pH neutro. O grupo carboxílico ao longo da cadeia do polímero (Figura 1) facilita a absorção de água, embora as ligações cruzadas presentes na cadeia evitem sua completa solubilização.

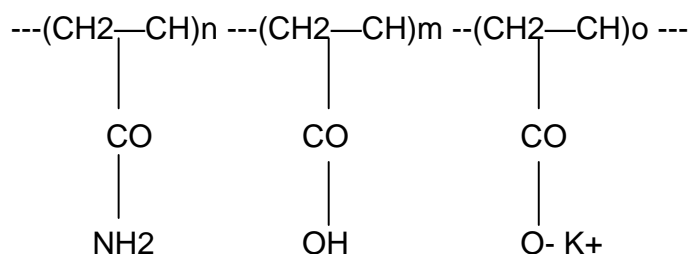


Figura 1 - Estrutura química do polímero. DELATORRE et al. (1998).

Os monômeros, que constituem a cadeia dos polímeros, possuem grupos funcionais carregados negativamente (COTTHEM, 1998). De acordo com STOCKHAUSEN HÜLS (1995), em contato com água, os grupos carboxílicos dos polímeros dissociam-se parcialmente em íons carboxílicos de carga negativa. Este processo causa um enriquecimento de cadeias moleculares com grupos iônicos de cargas iguais, com a tendência de repelir-se entre si. Como resultado deste processo



aumenta o volume da cavidade do polímero, originando uma maior possibilidade de armazenamento de água.

Devido à estrutura reticular tridimensional, os polímeros se transformam em um gel, unindo doses de água por ligação de hidrogênio. Segundo SITA (2002), as poliacrilamidas não são degradadas biologicamente. Por isso, uma vez aplicadas ao solo, sofrem uma paulatina degradação ou dissociação por ação do cultivo, dos raios ultravioletas do sol e um contínuo fracionamento, que gira em torno de 10% em solos cultivados continuamente por meio dos implementos agrícolas. A perda da efetividade do polímero ao longo do tempo, foi verificada por AL-HARBI et al., (1999), quando estudaram o efeito do polímero hidrofílico em solos arenoso no crescimento de plantas de pepino, em vários experimentos sucessivos no mesmo recipiente, durante 2 anos. Observou-se no final do experimento, que a densidade aumentou em todos os tratamentos e a capacidade de retenção de água diminuiu.

### **2.1.1. Polímero e interações com Cátions e Ânions**

Os polímeros absorvem, por processo físico, água e as estocam de forma que as raízes das plantas possam adsorvê-la através de seus pelos radiculares. Em condição de seca os polímeros ajudam a diminuir o processo de dessecação da raiz e permite as plantas sobreviverem em condições áridas e semiáridas. Pelo processo químico, os polímeros absorvem os nutrientes minerais e orgânicos contidos nos solo, a capacidade de troca catiônica ou CTC dos polímeros hidroabsorventes é muito alta em comparação com a maioria dos solos. Polímeros hidroabsorventes aumentam o crescimento lateral da raiz, mas têm um efeito neutro no comprimento das raízes individuais (TERRACOTTEM, 1998).

A adição de polímeros no solo otimiza a disponibilidade de água, reduz as perdas por percolação e lixiviação de nutrientes e melhora a aeração e drenagem do solo, acelerando o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas (VLACH, 1991).

O mecanismo de funcionamento das poliacrilamidas se explica através dos tipos de pontes partícula-cátion-polímero, os quais são os responsáveis pela absorção

e ligação entre as partículas de argila dos solos. Estes tipos de pontes conduzem a uma maior estabilidade dos agregados à água, fazendo com que o solo seja mais permeável e conseqüentemente, a percolação e a profundidade de penetração da água em sulcos seja maior (TISDALL & OADES, 1983).

Conforme COTTHEM (1998), os potenciais locais de adsorção são equilibrados por um número equivalente de íons positivos, tais como os prótons ou outros cátions. Portanto, pode-se presumir que a adsorção de nutrientes coincide com a liberação de números de equivalentes contrários da estrutura dos polímeros. Tais processos de adsorção no solo têm um importante papel no controle da disponibilidade de nutrientes da planta.

Alguns polímeros hidrorretentores são capazes de atuar como fornecedores de nutrientes, diminuir a fixação de fosfatos e a lixiviação de nutrientes, como potássio, magnésio e nitratos. Verificaram que a combinação de polímero e fertilizantes de liberação controlada promoveu um aumento significativo de matéria seca em plantas de alface (NISSEN, 1994).

Os polímeros hidrorretentores também têm habilidade de promover o crescimento da planta quando nutrientes são incorporados a sua matriz, e assim liberá-los às plantas quando necessário. Entretanto, sob certas circunstâncias sua adição tem tido pouca influência na performance das plantas, principalmente quando maiores quantidades de fertilizantes e sais estão presentes (VICHATO et al., 2004).

JOHNSON (1984) examinou o efeito das cargas elétricas presentes na hidratação dos polímeros, em seis sais: cloreto de cálcio, cloreto de sódio, cloreto de magnésio, sulfato de magnésio, sulfato de sódio e bicarbonato de sódio, cada um com concentração de 10 a 45 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Sua conclusão foi que estes sais inibiram a absorção de água para todos os polímeros, mas em diferentes graus.

Quando se trabalha com nutrientes que interferem na sua capacidade de retenção de água, (principalmente íons bivalentes), o recomendado para manter a capacidade de retenção do polímero é usar fontes de nutrientes que se quelatizem (AZEVEDO, 2002).

Presença de íons na água pode atuar negativamente na quantidade de água retida pelos polímeros hidrorretentores. Cátions como Na, Ca, Mg reduzem sua absorção, sendo particularmente danosas à estrutura de todos os tipos de hidrorretentores (WANG & GREGG, 1990).

HUTTERMANN (et al. s.d.), em estudo com a adição de várias doses de polímero em solos retirados de minas de extração de potássio, tendo a *Populus euphratica*, como planta indicadora, observou-se que 60 dias após a transferência, as plantas que cresceram nos solos não tratados com os polímeros, apenas 42% delas apresentaram vitalidade, enquanto que nos tratamentos com os polímeros este percentual subiu para 94%. Estes dados indicam que o crescimento da *Papulus euphatica*, que é uma árvore muito resistente à salinização, pode ser melhorada e assegurada pela adição de altas quantidades de polímero Stocksorb ao substrato.

VICHIATO et al. (2004), avaliaram o crescimento e a composição mineral de porta-enxerto de tangerina com a adição de polímero hidrorretentor, e observaram que o crescimento foi prejudicado pelo incremento do substrato com polímero hidrorretentor, devido à diminuição do espaço de aeração no substrato. Também não observaram alteração na composição mineral das plantas com a adição do polímero.

A produção de flores de crisântemo foi visivelmente prejudicada, com o acréscimo das concentrações de polímero nos substratos, quando estudado o efeito das concentrações de polímero com diferentes fertilizantes nitrogenados e potássicos. Isso provavelmente ocorreu devido ao impedimento na absorção de nutrientes provocados pelos polímeros, já que o mesmo adsorve os cátions da solução do solo (SITA, 2005).

HENDERSON & HENSLEY (1985), também estudaram ação dos polímeros na presença dos íons de nitrogênio (amônio e nitrato), e constataram que a retenção destes íons em substrato de areia adicionado com polímero, quando em substrato seco, mais de 85% do amônio total adicionado ao meio foi retido com resultado da adição do polímero. Quando o substrato foi saturado com água, antes da aplicação, a capacidade de retenção do íon amônio decresce a valores de 40% a 80%. Em contraste ao amônio o íon nitrato foi lixiviado rapidamente tanto em substrato seco

como pré-hidratado, sendo ligeiramente maior nesse último. Portanto, os autores concluíram que a maior retenção de íon amônio no substrato seco indica que muitos pontos de absorção tornam-se indisponíveis quando o polímero adicionado se hidrata. Menores números de pontos de absorção permitiram maior movimentação do íon amônio no meio hidratado.

A adição de polímero no solo otimiza a disponibilidade de água, reduz as perdas por percolação e lixiviação de nutrientes e melhora a aeração e drenagem do solo, acelerando o desenvolvimento do sistema radicular (AZEVEDO, 2002).

BERNARDI et al. (2012) Em condições de viveiro na produção de *Corymbia citriodora*, utilizando polímeros pode reduzir até 20% na adubação rotineira e 40% em adubação de base e cobertura.

## **2.2. Uso de vermiculita em substratos**

A constituição básica da maior parte dos substratos comerciais é a mistura de casca de *Pinus*, turfa, vermiculita e perlita. As diferenças entre eles ocorrem em função da variação nas proporções utilizadas e na ausência de alguma das substâncias, além da suplementação mineral que é dada a cada fórmula.

FILGUEIRA (2000) relata que a inclusão de vermiculita expandida é altamente vantajosa, pois esse mineral micáceo absorve até cinco vezes o próprio volume de água. Além de conter teores favoráveis de K e Mg disponíveis apresenta boa retenção de nutrientes, graças à elevada capacidade de troca catiônica. A vermiculita deve ser utilizada na base de 30-40% em relação ao volume da mistura dos demais materiais.

TILLMANN et al. (1994) comentam que a vermiculita utilizada no experimento de estaquia com cróton, uma boa retenção de água e um adequado espaço poroso, são fatores importantes para o enraizamento. Concluíram também que a mistura vermiculita e areia não forneceu ambiente satisfatório para a formação de raízes em estacas desta ornamental.

De acordo com GONÇALVES & MINAMI (1994), as misturas de vermiculita e casca de arroz nas proporções 2:1 e 1:1 (v/v) e vermiculita + turfa 2:1 (v/v),

apresentaram bons resultados na formação do sistema radicular de plantas de calanchoe.

De acordo com os trabalhos de OLIVEIRA et al.(1993), em mudas de maracujazeiro, foi possível verificar que a emergência das plântulas em substratos compostos por misturas de areia, esterco e vermiculita (1:1:1 v/v), com a incorporação de qualquer combinação de fertilizantes foi bem e a que apresentou os melhores resultados. NEGREIROS et al. (2004), trabalhando com maracujazeiro amarelo, encontraram na mistura, Plantmax®, esterco de curral, solo e areia (1:1:1:1 v/v) uma boa alternativa como substrato para a formação de mudas dessa frutífera.

GOMES et al. (1985) estudaram a viabilidade de uso de diferentes substratos e suas misturas na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* por semeadura direta em tubetes e em bandejas de isopor. Os substratos testados incluíram a vermiculita de granulometria fina, a moinha de carvão vegetal, o composto orgânico, a turfa, a terra de subsolo e o esterco bovino. O substrato mais indicado para a produção de mudas em tubetes foi o que combinou 80% de composto orgânico com 20% de moinha de carvão. Desta forma, os autores constataram a possibilidade de substituir a vermiculita, de elevado custo, por componentes de fácil aquisição e de preço reduzido.

COSTA et al.(2011) cultivando maracujazeiro, após 50 dias da semeadura, foram medidos a altura das plantas, o comprimento da raiz, a massa de matéria seca das plantas. O plantio em estufa foi o melhor ambiente quando se utilizou o recipiente de sacos de polietileno o qual proporcionou mudas maiores, com maior biomassa e a vermiculita foi o melhor substrato, porém o solo adubado é uma alternativa menos dispendiosa.

SIMÕES, et al. (2012) analisando a composição de substratos para o plantio de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e os melhores resultados foram obtidos nos substratos com mistura 1:1 de casca de arroz carbonizada e fibra de coco e na mistura 1:1 de vermiculita e fibra de coco, devido às melhores características morfológicas apresentadas e da possibilidade de redução do tempo de produção, levando à redução no custo final das mudas.

### **2.3. Uso de composto de lixo na produção de mudas**

No Brasil há vários produtos com potencial de uso como substratos para viveiros; entretanto a falta de testes e informações limitam a sua exploração. O composto de lixo urbano pode ser destacado como uma alternativa para este fim, pois a sua utilização permite a reciclagem de nutrientes e o seu acúmulo vem constituindo sérios problemas ambientais, principalmente nas grandes cidades (COSTA et al., 2001)

Com a evolução da sociedade moderna a necessidade de produzir, conservar e transportar quantidades cada vez maiores de alimentos e a busca constante por maior conforto na maneira de viver tem determinado o aparecimento de indústrias com os mais diferentes objetivos, agravando, de modo sensível, a produção de resíduos, além de aumentar o consumo de água e a produção de esgoto (MELO & MARQUES, 2000).

Segundo PEREIRA NETO (1995), os resíduos sólidos (lixo), produzidos em municípios cuja população varia de 3.000 a 15.000 habitantes, caracterizam-se por apresentar alto teor de matéria orgânica (50% a 70%) e considerável porcentual de material reciclável (8% a 15%). Em média, uma pessoa adulta produz o equivalente a 600 gramas de lixo por dia, correspondendo em uma cidade com 20 mil habitantes, à produção de cerca de 12 mil kg/dia de lixo (SILVA, 2000). Em cidades de pequeno porte, estima-se que a quantidade de lixo domiciliar produzida por habitante esteja entre 400 e 600 g diárias e que nos grandes centros esta quantidade pode chegar a 1,5 kg/habitante/dia (ALVES, 1996).

Segundo SANTOS & CAMARGO (1999), os adubos orgânicos atuam como reserva de nutrientes e como condicionadores das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Este condicionamento se dá pela melhoria da estrutura do solo, pela liberação de nutrientes para as plantas e pela produção de substâncias estimulantes do crescimento.

A importância ambiental e social da adequada produção de composto de lixo urbano, bem como a sua aplicação agrônômica como fonte de matéria orgânica e de

nutrientes, para as culturas é documentada por vários autores (ABREU JUNIOR et al., 2000; ABREU JUNIOR et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2002).

Neste contexto, OLIVEIRA et al. (2000) consideram que a alta concentração de carbono orgânico presente no composto de lixo urbano exalta o seu potencial agronômico, visto que a adição de quantidades superiores a 20 t ha<sup>-1</sup> proporcionou o aumento da CTC do solo em consequência do incremento no teor carbono orgânico e nos valores de pH, o que revela melhorias nas suas propriedades.

Em solos ácidos, ABREU JUNIOR et al. (2000) verificaram que a aplicação de 60 t ha<sup>-1</sup> de composto de lixo promoveu aumentos nos teores trocáveis de potássio, cálcio, magnésio e sódio, em média, de 195%, 200%, 86% e 1200%, e elevação da CTC em 42%. Todavia, foi observada a elevação na condutividade elétrica, o que pode provocar salinização do solo, da distribuição das chuvas e do volume de água de irrigação.

RUPPENTHAL & CASTRO (2005) consideram que compostos de lixo urbano apresentam viabilidade técnico-científica, pois são fontes de nutrientes e de matéria orgânica, entretanto contêm elementos tóxicos e outros produtos. Deve-se levar em conta, todavia, que os metais presentes em várias frações desses compostos não estão totalmente disponíveis para absorção pelas plantas.

O composto de lixo apresenta na sua composição química, vários micronutrientes, como Zn, Mn e Cu, que podem ser liberados para as plantas com o tempo, reduzindo ou mesmo substituindo o uso de fertilizante. Entretanto, o composto de má qualidade, isto é, que vem de um lixo indevidamente coletado (por exemplo, rico em pilhas e materiais metálicos) e separado, pode conter outros metais potencialmente tóxicos como Pb, Cr, Cd e Ni, que uma vez adicionados ao solo podem ser absorvidos pela planta, entrando assim na sua cadeia alimentar (SABONARO, 2007).

A reciclagem do lodo de esgoto e do composto de lixo através do solo, na agricultura, vem-se impondo como a melhor alternativa, por causa do aproveitamento dos nutrientes e da matéria orgânica; mas, tem também inconvenientes, decorrentes principalmente, de metais pesados potencialmente tóxicos, além de problemas de

presença de compostos orgânicos tóxicos, manuseio desagradável, odores, proliferação de insetos e presença de organismos patogênicos para o homem (VELASCO et al., 2006).

NOBILE et al. (2006a) e NOBILE et al. (2007a) estudando doses crescentes de composto de lixo, concluíram que concentrações acima de 30% de composto de lixo urbano, em substratos, influenciam negativamente no desenvolvimento geral das plantas.

MURAISHI et al. (2010) trabalhando com composto de lixo e composto de poda de árvore na formação de mudas ipê amarelo, observou que a melhor composição foi de 20 % composto de lixo com 80 % de poda de árvore, obtendo rendimento das plantas superior ao substrato comercial.

NOBILE et al. (2011) em pesquisa realizada em casa de vegetação com cana-de-açúcar, a aplicação de composto de lixo e biofertilizantes constituem numa alternativa de aproveitamento como fertilizante, fornecendo nutrientes para as plantas e fonte de matéria orgânica do solo.

#### **2.4. Uso de composto poda de arvores na formação de mudas**

A arborização urbana além da ornamentação, sombreamento é como segmento da silvicultura, tem oferecido opções interessantes para paisagens de cidades, atraindo pássaros e, com isso, diminuindo a incidência de insetos, melhorando a oxigenação do ar, evitando estagnação das camadas baixas da atmosfera e melhorando assim o equilíbrio térmico. Dentro desse conceito, a árvore, segundo JACINTO (2001), é parte do ecossistema florestal urbano.

A manutenção desse ecossistema é feita mediante a tratos culturais, e a poda é uma das operações utilizadas, constituindo na supressão de uma das partes da copa.

No setor urbano, diariamente são feitos cortes de galhos e árvores, chegando a vários caminhões por dia. Após a seleção geralmente o material fino e folhas são



descartadas e aqueles de maior diâmetro são armazenados e utilizados como lenha. A pouca utilização desse material talvez esteja na falta de conhecimento das opções de uso.

A fragilidade e a complexidade desse sistema a ser administrado requerem planejamento cuidadoso, com os objetivos de otimizar as funções da arborização e reduzir custos (MENEGUETTI, 2003). Dessa forma, é fundamental que haja planejamento adequado, com definição dos objetivos e das possíveis metas qualitativas e quantitativas, pois se deve ter a clareza de que a inexistência de um plano a seguir e cumprir torna os processos de implantação e manejo da arborização puramente empírica (MILANO & DALCIN, 2000).

Estudos de estágios da maturidade e estabilidade de resíduos de poda na compostagem mostram que a atividade da enzima desidrogenase e a evolução do CO<sub>2</sub>, podem ser usadas como bom indicador em processo de compostagem de poda de arvores (BENITO et al., 2005a).

O processo de compostagem pode ser realizado no período de 5 meses sem qualquer problema para aplicação em solo, devido à imobilização do nitrogênio observado durante a fase inicial na decomposição (BENITO et al., 2005b).

BARATA JUNIOR & MAGALHÃES (2010) Indica que composto de poda de arvores apresentou melhores resultados em relação ao substrato comercial podendo ser utilizados na produção de mudas de acalifa e thumbergia, além de possibilitar a reciclagem destes resíduos com maior economia na produção de mudas.

Analisando composto de podas com turfas e substrato comercial em mudas de plantas ornamentais, resultado superior foi verificado nos tratamentos com composto de poda nas propriedades químicas e físicas com níveis adequados de matéria orgânicas, CTC e relação C/N( BENITO et al., 2006).

### 3.MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização

O experimento foi conduzido em ambiente protegido do tipo arco conjugada, coberto por filme plástico de polietileno leitoso com 50% de retenção de luz e tela anti-afídica em toda sua área externa (Figura 2).

Localizado no setor de Plasticultura do Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – campus de Jaboticabal, SP, cujas coordenadas geográficas são 21°15'15" Latitude Sul, 48°18'09" Longitude Oeste e altitude em torno de 595 m.

A classificação climática para a região, segundo KÖPPEN é do tipo Aw(subtropical), com precipitação média de 1.400 mm e temperatura de 23,4°C.



Figura 2. Estufa utilizado no experimento.

### 3.2. Caracterização Agronômica do Composto de Lixo

Logo após a coleta, o lixo foi processado em usina de triagem, onde são separados os materiais orgânicos dos inorgânicos (plásticos, papéis, metais e vidros). Os materiais inorgânicos selecionados (materiais recicláveis) são prensados e enfiados, acondicionados em containers ou ensacados (a granel), e levados ao pátio de armazenagem, para posterior recolocação mercadológica. A matéria orgânica, por sua vez, segue para as peneiras de separação em outras esteiras de triagem, onde sofre uma última separação. Sequencialmente, livre de resíduo inorgânico, o material segue para a compostagem. Depois de compostada e peneirada em outro complexo de beneficiamento (usina de peneiramento) tem-se o composto orgânico, com umidade de 15% e o pH de 7,1.

Uma fração do mesmo foi submetida à análise, realizada no Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP em Piracicaba conforme a metodologia do BRASIL (1988), cuja composição química (teor total) é apresentada na Tabela 1.

O composto de lixo urbano (Figura 3) foi obtido na cidade de São José do Rio Preto - SP, junto à empresa prestadora de serviço do município. É resultante do aproveitamento racional da coleta de lixo doméstico urbano.



Figura 3. Composto de lixo urbano

Tabela 1. Características químicas e físicas dos compostos testados.

Determinações	Composto de lixo	Composto de poda
pH em CaCl <sub>2</sub>	7,8	7,1
Densidade (g/m <sup>3</sup> )	0,58	0,68
Carbono total (orgânico e mineral %)	25,33	24,73
Nitrogênio total (%)	1,72	2,11
Fósforo total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %)	0,72	0,41
Potássio total (K <sub>2</sub> O %)	0,45	1,74
Cálcio total (Ca %)	5,04	4,00
Magnésio total (Mg %)	0,32	0,39
Enxofre total (S %)	0,28	0,33
Boro total (B mg/kg)	8	11
Cobre total (Cu mg/kg)	437	61
Ferro total (Fe mg/kg)	18833	41918
Manganês total (Mn mg/kg)	455	444
Zinco total (Zn mg/kg)	519	87
Manganês total (Mn %)	0,27	0,39
Relação C/N (C total e N total)	15/1	12/1
Relação C/N (C orgânico e N total)	14/1	12/1

\* Laboratório de solos ESALQ-USP- Piracicaba-SP

### 3.3. Caracterização Agronômica do Composto de Poda de Árvores

O composto de poda árvore foi obtido na cidade de Guaira-SP, onde possuem grandes quantidades de compostos prontos para ser utilizado. Originado através das podas das árvores de ruas e praças, onde os galhos finos e folhas são triturados e posteriormente submetidos ao processo de compostagem.

A coleta do material foi realizada ao acaso em torno das leiras já compostada, e encaminhadas para laboratório da Engenharia Rural da FCAV/UNESP-Jaboticabal, onde ocorreu o processo de retirada dos restos de folhas e galhos e o peneiramento final (malha 5 mm).



Figura 4. Composto de poda arvores.

Uma fração do mesmo foi submetida à análise, realizada no Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP em Piracicaba conforme a metodologia do BRASIL (1988), cuja composição química (teor total) é apresentada na Tabela 1.

### 3.4. Caracterização da Vermiculita

A vermiculita é um mineral formado por hidratação de certos minerais basálticos, com fórmula química  $(MgFe,Al)_3(Al,Si)_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$ . Sofre expansão quando lhe é aplicado calor. Possui alta capacidade de troca catiônica, uniformidade na composição química e granulométrica, porosidade, baixa densidade, estéril (MARTINS et al., 2009, ISOLANTES et al., 2009) e absorve até 5 vezes o seu peso (FILGUEIRA, 2000, TILLMAN et al., 1994) é utilizada comercialmente, principalmente em sua forma expandida na agricultura (Figura 5). A vermiculita foi obtida no comércio local em Jaboticabal-SP.



Figura 5. Vermiculita.

### 3.5. Caracterização do Polímero Agrícola

Polímeros são produtos naturais, são valorizados por sua capacidade de absorver e armazenar água (MORAES, 2001). Absorve água da chuva, irrigação e ajuda a reduzir a percolação profunda, melhora condições dos substratos (ABEDI-KOUPAI, 2008). Pode absorver até 400 vezes seu peso (VLACH, 1991; HENDERSON & HENSLEY, 1986, BOURANIS et al., 1995) (Figura 6). O polímero agrícola foi obtido no comércio local em Jaboticabal-SP.



Figura 6. Polímero agrícola.



### 3.6. Caracterização da Água para Irrigação

A fonte de água considerada como “água potável” foi proveniente do reservatório central do campus, e que abastece as edificações do setor de Plasticultura/UNESP/FCAV. As análises químicas da água se encontram nas Tabelas 2, que foram realizadas no início do experimento, onde apresentaram teores de macro, micronutrientes e elementos tóxicos, conforme metodologia descrita por HACH (1996).

Tabela 2. Características químicas da água testada.

pH	C.E.	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	K	Ca	Mg
CaCl <sub>2</sub>	dS m <sup>-1</sup>	----- mg l <sup>-1</sup> -----						
6,3	123	0,292	0,007	0,019	0,353	0	0,06	0
Na	Cr	Pb	Ni	Cd	Fe	Mn	Zn	Cu
----- mg l <sup>-1</sup> -----								
3,0	0	0	0	0	0,12	0	0,01	0

\*Laboratório de qualidade água do Dep. Eng. Rural - FCAV-UNESP - Jaboticabal-SP.

### 3.7. Caracterização da Espécie

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae (RIZZINI, 1981), compreendendo 70 gêneros e 3000 espécies de arbustos e árvores. A madeira dessas espécies é na maioria das vezes dura, pesada, resistente, com textura fina e baixa estabilidade dimensional (RECORD & HESS, 1949). O gênero *Eucalyptus* é representado por árvores com alta taxa de crescimento, forma retilínea do fuste, desrama natural e madeira com variações nas propriedades tecnológicas, adaptadas às mais variadas condições de uso.

As sementes para produção mudas *Eucalyptus citriodora* Hook foram obtidas junto ao Setor de Sementes do Instituto Florestal de São Paulo-SP (Figura 7).



Figura 7. Sementes de *Eucalyptus citriodora* Hook

### 3.8. Delineamento Experimental e Tratamentos

O ensaio foi conduzido com delineamento em blocos casualizados, com 14 tratamentos e três repetições. Cada parcela foi representada por 16 plantas, sendo consideradas úteis as 4 plantas centrais.

Os dados foram submetidos à análise de variância de um arranjo fatorial de  $2 \times 2 \times 3 + 2$ , sendo 2 condicionadores, 2 lâminas de irrigação, 3 concentrações e dois tratamentos adicionais (Tabela 3), que foram testemunhas com 50% e 100% da lâmina de irrigação calculada utilizando atmômetro.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, de acordo com os procedimentos do AgroEstat (BARBOSA & MALDONADO, 2011).

Tabela 3 - Percentual dos materiais na composição volumétrica dos substratos utilizados para produção de mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook, para cada lâmina de irrigação.

Tratamentos	Composto de lixo	Poda de árvore	Vermiculita	Polímero agrícola
1	20	80	15	---
2	20	80	20	---
3	20	80	30	---
4	20	80	---	0,5
5	20	80	---	1,0
6	20	80	---	2,0
7	20	80	---	---



### 3.9. Instalação e Condução do Experimento

Realizado no período de agosto de 2.009 a dezembro de 2.010, em ambiente protegido com plástico leitoso com 50% de retenção luz no setor de plasticultura do Departamento de Engenharia Rural FCAV/UNESP-Jaboticabal.

As sementes para produção de mudas *Eucalyptus citriodora* Hook, foram obtidas junto ao setor de sementes do Instituto Florestal de São Paulo. Selecionou esta espécie pelo fato de ocorrerem o cultivo na região de Jaboticabal-SP, por serem frequentemente utilizados por pequenos, médio e grandes produtores, para utilização como lenha, escoramento, lascas para cerca, palanques e madeira em geral.

Após aquisição dos materiais, foram realizadas as misturas em tambores de 50 litros, com os compostos de lixo, composto de poda, vermiculita e polímero para a mistura conforme as dosagens dos tratamentos (Tabela 3)

A semeadura foi feita em tubetes de polietileno rígido com dimensões de 13 cm de altura e 160 cm<sup>3</sup> de volume. Os tubetes foram colocados nas bandejas de polietileno (Figura 8). Em cada tubete foram semeadas duas sementes, sendo efetuado o raleio em torno de 30 dias.

Foram testados 7 substratos, resultantes da combinação de poda de árvore, composto de lixo, vermiculita e polímero agrícola. Os tratamentos, em percentuais (%) de cada componente estão descritos na Tabela 3. A porcentagem de composto de lixo com poda de árvore foi resultado de experimento onde esta proporção mostrou-se mais eficiente (MURAISHI et al. 2010).



Figura 8 Bandeja e tubetes

### 3.10. Irrigação

A irrigação foi realizada manualmente e diariamente, em dois níveis: 100 e 50 % da evapotranspiração estimada pelo atmômetro, conforme BRONER & LAW (1991).

O atmômetro modificado empregado foi o da marca SEEI<sup>®</sup> (Figura 9).

Suas características construtivas principais são:

- Cápsula Porosa: cápsula de Bellani com diâmetro de 65 mm;
- Lona verde: diâmetro de 170 mm, com barbante de nylon para o seu amarrão sobre a cápsula porosa;
- Tubo de Sucção: tubo de plástico, com 42 mm de comprimento e 4 mm de diâmetro interno, tendo acoplada uma válvula de retenção de água para evitar o fluxo de água para o interior do reservatório em decorrência de chuvas.
- A extremidade superior do tubo apresenta uma rolha de borracha para fazer a ligação entre o tubo de sucção e a cápsula porosa;
- Reservatório de água: formato cilíndrico, em PVC, graduado, com 75 mm de diâmetro externo, 65 mm de diâmetro interno e altura de 45 cm;
- Tubo de vidro transparente: diâmetro interno de 6 mm, acoplado ao reservatório para a medida do nível de água, que é medida com uma escala graduada em milímetros, colada ao lado do tubo de vidro.

O atmômetro citado por NOBILE et al. 2011, pode estimar a evapotranspiração de referência, cujas medidas de evaporação foram tomadas com base para definir as lâminas de água a serem aplicadas na irrigação. A irrigação foi realizada levando em consideração, o substrato na sua capacidade de campo, uma reposição diária de 50% e 100% da evapotranspiração - (ET). A irrigação foi feita manualmente com regador nas parcelas. O Kc da cultura de eucalipto utilizado para o cálculo da quantidade de água a ser aplicada seguirá metodologia sugerida por HERNANDEZ (2006), onde o

Kc inicial foi 0,4 uma vez que a pesquisa foi realizado em condição de produção de mudas.

De acordo com HERNANDEZ (2006), com as leituras diárias ainda não temos a evapotranspiração da cultura, portanto torna-se necessária a conversão da evaporação do atmômetro, para evapotranspiração de referência (ETo).

A ETo é definida como a perda de água de uma superfície coberta de vegetação rasteira, em fase de desenvolvimento ativo, cobrindo totalmente o terreno, com umidade adequada para o desenvolvimento ótimo da planta. Estas condições observadas determinam que somente os parâmetros externos à superfície sejam os responsáveis pelo processo de evapotranspiração.

No entanto, o que realmente se deseja é a evapotranspiração, ou seja, devemos repor a água que foi consumida pela cultura de interesse econômico e este consumo varia em função do estágio de desenvolvimento da cultura e de cultura para cultura. Assim, a evapotranspiração da cultura é obtida multiplicando-se a evapotranspiração de referência pelo coeficiente de cultura (Kc).

$$ETc = ETo \times Kc$$

onde Kc = f (espécie, estágio)



Figura 9. Atmômetro modificado

### **3.11. Determinações Experimentais**

#### **3.11.1 Variáveis biométricas:**

As mudas foram avaliadas mensalmente, até atingirem condições adequadas para expedição ao campo com 30 cm de altura; foram feitas análises biométricas nas plantas durante a condução do experimento.

Para acompanhar o desenvolvimento das plantas, foi avaliadas a altura da parte aérea, diâmetro do colo, número de folhas e massa de matéria seca; utilizando as 4 plantas centrais de cada parcela:

##### **Altura da parte aérea (H):**

- Medida a partir da superfície do substrato até a extremidade da planta, sendo que as medições foram feita com régua graduada em centímetros;

##### **Diâmetro do colo (D);**

- Para medição do diâmetro do colo foi usado paquímetro digital, sendo que as medidas foram realizadas no colo das plantas, na superfície do substrato.

##### **Número de folhas (NF);**

- Foi feito a contagem do número de folhas nas 4 plantas centrais em cada parcela;

##### **Massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR);**

- As plantas foram retiradas dos tubetes no final do experimento, lavadas para retirada dos substratos das raízes, secos e pesadas; obtendo-se a massa da matéria seca da parte aérea e raiz em gramas por parcelas;

#### **3.11.2. Análises Estatísticas**

Os dados foram tratados estatisticamente através da análise de variância de um arranjo fatorial, onde as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, de acordo com os procedimentos do AgroEstat (BARBOSA & MALDONADO, 2011).

## 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise Biométrica das Plantas

#### 4.1.1. Média das Variáveis Biométricas

Podemos observar na Tabela 4, que não existem vantagens na utilização do polímero para a produção de mudas de *Eucalyptus citriodora*, em condições de redução da lâmina de irrigação. Fatores peculiares do ambiente e sistema de produção de mudas devem estar relacionados com essa inviabilização, já que de acordo com LOPES et al. (2010), o pegamento das mudas foi melhor quando elas foram plantadas com polímero.

Tabela 4- Análises de variância para efeitos principais das variáveis de número de folhas, altura (cm), diâmetro do colo (cm) e massa de matéria seca (g) em mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook submetidas a diferentes lâminas de irrigação e condicionadores junto ao substrato.

Fatores	Nº Folhas	Altura (cm)	Diâmetro do colo (cm)	Massa Matéria Seca (g)
50% Irrigação	10,55	21,56	0,22	5,93
100% Irrigação	11,33	22,72	0,28	6,54
<b>Teste F</b>	8,24 <sup>**</sup>	12,51 <sup>**</sup>	36,60 <sup>**</sup>	9,33 <sup>**</sup>
Vermiculita	10,99	21,96	0,25	6,04
Polímero	10,88	22,32	0,26	6,43
<b>Teste F</b>	0,17 <sup>NS</sup>	1,24 <sup>NS</sup>	0,30 <sup>NS</sup>	3,61 <sup>NS</sup>
Vermiculita 15%	10,53 a	23,35 a	0,28 a	6,15 a
20%	11,57 a	19,40 c	0,23 b	5,13 b
30%	10,88 a	21,12 b	0,23 b	6,85 a
<b>Teste F</b>	2,51 <sup>NS</sup>	57,47 <sup>**</sup>	5,44	12,19 <sup>**</sup>
DMS (5%)	1,1610	1,4135	0,0433	0,8650
Polímero 0,5%	11,32 a	23,73 a	0,27 a	7,07 a
1,0%	11,30 a	21,60 b	0,25 a	6,63 a
2,0%	10,03 b	21,63 b	0,25 a	5,58 b
<b>Teste F</b>	4,92 <sup>*</sup>	9,15 <sup>**</sup>	0,60 <sup>NS</sup>	9,52 <sup>**</sup>
DMS (5%)	1,1610	1,4135	0,0433	0,8650
Interação Irrig.xCond.	12,15 <sup>**</sup>	32,41 <sup>**</sup>	7,56 <sup>*</sup>	28,81 <sup>**</sup>
Interação Irrig.xDose	5,87 <sup>**</sup>	2,40 <sup>NS</sup>	4,84 <sup>*</sup>	1,94 <sup>NS</sup>
Interação Cond.xDose	3,11 <sup>NS</sup>	11,21 <sup>**</sup>	1,21 <sup>NS</sup>	17,40 <sup>**</sup>
Interação Irr xCondxDos	2,75 <sup>NS</sup>	1,37 <sup>NS</sup>	1,21 <sup>NS</sup>	3,04 <sup>NS</sup>
Testem. vs Fatorial	2,26 <sup>NS</sup>	0,02 <sup>NS</sup>	7,30 <sup>*</sup>	7,26 <sup>*</sup>
Média Testemunhas	10,40	22,08	0,22	5,52
Média Fatorial	10,94	22,14	0,25	6,24
CV (%)	7,48	4,47	12,24	9,87

\* - Significativo a 5% de probabilidade  
probabilidade.

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade

NS – Não significativo a 5% de

Dentre essas peculiaridades do sistema de produção de mudas, pode-se mencionar a mistura do polímero com o substrato, como prejudicial para o desempenho do polímero devido à própria mistura e a utilização no tubete o que compromete a expansividade do polímero (GERVÁSIO & FRIZZONE, 2004), prejudicando a aeração da mistura substrato/polímero.

Como pode ser observado, o polímero não apresentou resultados satisfatórios quando utilizado com a finalidade de aumentar a retenção de água do substrato, porém apresentou os melhores resultados e superiores aos da vermiculita nas menores doses quando a lâmina de irrigação era completa. Isso comprova o esperado, que o polímero não aumenta a capacidade de retenção do substrato, porém, como proposto por LOPES et al. (2010), ele atua facilitando a absorção de água pela planta nessas menores doses.

#### 4.1.2. Análise biométrica para número de folhas das plantas

Como pode ser observado na Tabela 5, o maior valor de número de folhas foi para o tratamento que recebeu o polímero como condicionador e foi irrigado com 100% da lâmina de irrigação recomendada. Já o menor valor foi para o tratamento que recebeu também o polímero como condicionador, porém, foi irrigado com 50% da lâmina de irrigação recomendada.

Tabela 5: Desdobramento da interação entre níveis de irrigação e condicionadores para o número de folhas.

Irrigação	Vermiculita	Polímero
50%	11,08 Aa	10,02 Bb
100%	10,91 Ab	11,74 Aa

Valores seguidos de letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% na coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença na linha.

Pode ser observado que o desempenho da vermiculita não foi alterado pelas lâminas d'água, sendo um indicativo de que a mistura do substrato com o polímero pode ter efeitos prejudiciais para o desempenho da planta.

Tabela 6: Desdobramento da interação entre condicionadores e doses utilizadas para o número de folhas.

Vermiculita		Polímero	
Dose	N. Folhas	Dose	N. Folhas
15%	10,53 Aa	0,5%	11,32 Aa
20%	11,57 Aa	1,0%	11,30 Aa
30%	10,88 Aa	2,0%	10,03 Ab

Valores seguidos de letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% na coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença na linha.

Foi possível observar os melhores desempenhos (Tabela 6), tanto para polímero quanto para a vermiculita, nas menores doses. Tal fato pode ser atribuído à expansividade limitada do polímero dentro do tubete, prejudicando a aeração do sistema radicular quando as doses aumentam.

#### 4.1.3. Análise biométrica para altura das plantas

De acordo com a Tabela 7, o maior valor de altura foi para os tratamentos que receberam o polímero como condicionador e foram irrigados com 100% da lâmina de irrigação recomendada. Já o menor valor foi para os tratamentos que receberam também o polímero como condicionador, porém foram irrigados com 50% da lâmina de irrigação recomendada. Nota-se novamente que o desempenho da vermiculita não foi alterado pelas lâminas d'água.

Tabela 7: Desdobramento da interação entre níveis de irrigação e condicionadores para a altura (cm).

Irrigação	Vermiculita	Polímero
50%	22,31 Aa	20,80 Bb
100%	21,60 Ab	23,84 Aa

Valores seguidos de letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% na coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença na linha.

Na Tabela 8, temos que o melhor resultado de altura foi para a vermiculita a 15% e 30% enquanto que o pior foi para a vermiculita a 20%. Podemos observar os melhores desempenhos, tanto para polímero quanto para a vermiculita, nas menores doses.

Tabela 8: Desdobramento da interação entre condicionadores e doses utilizadas para a altura (cm).

Vermiculita		Polímero	
Dose	Altura	Dose	Altura
15%	25,35 Aa	0,5%	23,73 Ba
20%	19,40 Bc	1,0%	21,60 Ab
30%	21,12 Ab	2,0%	21,63 Ab

Valores seguidos de letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% na coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença na linha.

Resultado similar foi observado para o café, onde o aumento das doses do polímero na mistura com o substrato prejudicou a altura das plantas, em diferentes frequências de irrigação (MELO et al., 2005).

#### 4.1.4. Análise biométrica para diâmetro do colo das plantas

Na Tabela 9, o maior valor de diâmetro do colo foi para os tratamentos que receberam o polímero como condicionador e foram irrigados com 100% da lâmina de irrigação recomendada. Já o menor valor foi para os tratamentos que receberam também o polímero como condicionador, porém, foram irrigados com 50% da lâmina de irrigação recomendada.

Tabela 9: Desdobramento da interação entre níveis de irrigação e condicionadores para o diâmetro do colo (cm).

Irrigação	Vermiculita	Polímero
50%	0,23 Ba	0,21 Ba
100%	0,27 Ab	0,30 Aa

Valores seguidos de letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% na coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença na linha.

Analisando a Tabela 10, podemos observar os melhores desempenhos, tanto para polímero quanto para a vermiculita, nas menores doses, o que podemos relacionar mais uma vez com a expansividade limitada no tubete e com a disponibilidade de nutrientes.



Tabela 10: Desdobramento da interação entre condicionadores e doses utilizadas para o diâmetro do colo (cm).

Vermiculita		Polímero	
Dose	D. colo	Dose	D. colo
15%	0,28 Aa	0,5%	0,27 Aa
20%	0,23 Ab	1,0%	0,25 Aa
30%	0,23 Ab	2,0%	0,25 Aa

Valores seguidos de letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% na coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença na linha.

#### 4.1.5. Análise biométrica para massa de matéria seca da parte aérea e raiz

Como mostra a Tabela 11, o maior valor de massa de matéria seca foi para os tratamentos que receberam o polímero como condicionador e foram irrigados com 100% da lâmina de irrigação recomendada. Já o menor valor foi para os tratamentos que receberam também o polímero como condicionador, porém foram irrigados com 50% da lâmina de irrigação recomendada. O desempenho da vermiculita não foi afetado pelas lâminas d'água.

Tabela 11: Desdobramento da interação entre níveis de irrigação e condicionadores para a massa de matéria seca (g).

Irrigação	Vermiculita	Polímero
50%	6,28 Aa	5,58 Bb
100%	5,81 Ab	7,28 Aa

Valores seguidos de letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% na coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença na linha.

Na Tabela 12, temos que os melhores resultados de massa de matéria seca foram para o polímero a 0,5% e 1% enquanto que o pior foi para a vermiculita a 20%. Podemos observar os melhores desempenhos, tanto para polímero quanto para a vermiculita, nas menores doses. Tal fato pode ser atribuído à expansividade limitada do polímero dentro do tubete, prejudicando a aeração do sistema radicular quando as doses aumentam.

Isso demonstra que o polímero em doses elevadas é prejudicial para a produção de mudas, ao contrário do que foi observado por LOPES et al. (2010), em condições de campo, onde mudas de *Eucalyptus urograndis* foram plantadas em solo argiloso, com um efeito positivo do polímero nas covas de plantio facilitando a absorção de água pelas plantas, dada à alta capacidade de retenção desse tipo de solo (NIMAH et al., 1983).

Tabela 12: Desdobramento da interação entre condicionadores e doses utilizadas para a massa de matéria seca (g).

Vermiculita		Polímero	
Dose	M. S.	Dose	M. S.
15%	6,15 Ba	0,5%	7,07 Aa
20%	5,13 Bb	1,0%	6,63 Aa
30%	6,85 Aa	2,0%	5,58 Bb

Valores seguidos de letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% na coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença na linha.

MELO et al., (2005), observou em mudas de café, onde o aumento das doses do polímero na mistura com o substrato prejudicou a matéria seca das plantas, quando a irrigação foi de três vezes a cada dois dias, evidenciando um efeito prejudicial do polímero à medida que sua dose aumenta. Tal fato é observado tendo em vista que, em doses mais altas do condicionador, há um menor volume de substrato e, considerando um pior desempenho do polímero na presença de solução salina, pode-se esperar uma carência tanto hídrica quanto de nutrientes nessas maiores doses (GERVÁSIO & FRIZZONE, 2004).

Além disso, o manejo da adubação é crítico para a eficiência do polímero, que sofre degradações quando na presença de fertilizantes (BOWMAN et al., 1990; WANG & GREEG, 1990; GERVÁSIO & FRIZZONE, 2004; SITA et al. 2005), como observado por SOUZA et al. (2006), que avaliaram o comportamento de quatro espécies florestais em campo submetidas a diferentes adubações orgânicas e minerais com adição de polímero não obtendo efeitos positivos já que, quando o polímero não estava presente no plantio o desempenho das mudas foi superior.

## 5. CONCLUSÕES

- Em condição de produção de mudas, não é recomendável a utilização de polímero em doses superior a 0,5% e vermiculita a 15%;
- Irrigação com lâmina d'água a 50% em tratamentos com vermiculita apresentaram resultados superior em relação aos irrigados com lamina d'água a 100%;
- Para melhor desenvolvimento das mudas, deve-se utilizar o polímero a 0,5% e lâmina d'água de 100% de irrigação, sendo este o tratamento responsável pelos maiores valores de massa de matéria seca, diâmetro do colo e numero de folha.

## 6. REFERÊNCIAS

ABEDI-KOUPAI, J., SOHRAB, F. SLOARBRICK, G. Evolution of hydrogel application on soil water retention characteristics. **Journal of plant nutrition**. Sydney, v.31, p.317-331, 2008.

ABREU JUNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A. F.; ALVAREZ, V. F. C. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto de lixo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 24, n.3, p. 635-657, 2000.

ABREU JUNIOR; C. H.; MURAOKA; T.; OLIVEIRA; F. C. Cátions trocáveis, capacidade de troca de cátions e saturação de bases em solos brasileiros adubados com composto de lixo urbano. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n.4, p. 813-824, 2001.

ALVES, W. L. Compostagem e vermicompostagem no tratamento do lixo urbano. Jaboticabal: **FUNEP**, 1996. 47 p.

AL-HARBI, A. R. Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in green house experiments. **Hort Science**. v. 34, n. 2, p. 223-241, 1999.

AZEVEDO, T. L. de F.; et al. Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**. Maringá. V. 24 n.5. p:1239-1243, 2002.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JR, W. AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos, Versão 1.1.0.626. 2011.

BARATA JR, A.P.; MAGALHÃES L.M.S. Produção de mudas por estaquia de Acalifa e Tumbergia, utilizando compostagem, preparado a partir de resíduos da poda da arborização urbana. **REVSBAU**, Piracicaba-SP, v5,n. 3, p. 113-148, 2010.

BENITO, M., MASAGUER, A. MOLINER, A. Carbon mineralization of pruning wastes compost at different stages of composting. **Compost Science and utilization**, Madrid, v. 13, n. 3, p.203-207, 2005a.

BENITO, M, MASAGUER, A, MOLINER, A, ARRIGO, N, PALMA, R, EFFRON, D. Evaluation of maturity and stability of pruning waste compost and their effect on

carbono and nitrogen mineralization in soil. **Soil Science**. Madrid, 170n. 5, p. 360-370, may, 2005b.

BENITO, M.; MASAGUER, A.; MOLINER, A.; ANTONIO, de R. Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability. **Bioresource Technology**. V.97. Issue 16, nov. 2006, p.2071-2076c.

BERNARDI, M. R., SPEROTTO JR, M., DANIEL, O., VITORINO, A. C. T. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, Lavras, v.18, p.67-74, jan/mar, 2012.

BOWMAN, D.C.; EVANS, R.Y.; PAUL, J.L. Fertilizer salts reduce hydration of polyacrylamide gel and affect physical properties of gel amended container media. **Journal of America Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 115, n, 3 p. 382-386, 1990.

BOURANIS, D. L.; THEODOROPOULUS, A.G.; DROSSOPOULUS, J.B. Designing synthetic polymers as soil conditioners. **Commun Soil Science Plant Annual**. V. 26, p. 1455-1480, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretária Nacional de Defesa Agropecuária. Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais do Laboratório Nacional de Referência Vegetal. Brasília: LANARV, 1988. 104 p.

BRONER, I.; LAW, R.A.P. Evaluation of modified atmometer for estimating reference ET. **Irrig. Sci.**, v.12, p.21-26, 1991.

COSTA, C. A.; CASALI, V. W. D.; RUIZ, H. A. JORDÃO, C.P.; CECON, P. R. Teor de metais pesados e produção de açface adubada com composto de lixo urbano. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 10-16, 2001.

COSTA E.; SANTOS L. C. R. dos; CARVALHO, C. de; LEAL, P. A. M.; GOMES, V. do A. Volumes de substratos comerciais, solo e composto orgânico afetando a formação de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes ambientes de cultivo. **Ceres**, v. 58, N. 2, Viçosa, Mar./abr., 2011.

COTTHEM, W. V. **Terracottem no combate à poluição ou contaminação do solo**. Universidade de Ghent. Bélgica, 1998.

COTTHEM, W. V. O papel de Terracottem como um absorvente universal. **Ghent**. Bélgica, 1988.

DELLATORRE, J.; LANINO, M.; POBLETE, I.; MOLL, W. Efecto de la aplicación de poliácridamidas en suelo desérticos sobre los requerimientos hídricos del algodón (*Gossypium nisutum*). [ S. l.: s.d.], [1998]

FERNANDES, C. et al. Alterações nas propriedades físicas de substratos para cultivo de tomate cereja, em função de sua reutilização. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 94-98, 2006.

FIGLIOLIA, M. B., et al. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B., et al. Sementes Florestais Tropicais. Brasília: ABRATES, p. 137-174, 1993.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

GERVÁSIO, E. S.; FRIZZONE, J. A. Caracterização físico-hídrica de um condicionador de solo e seus efeitos quando misturado a um substrato orgânico. **Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 2, p. 94-105, 2004.

GOMES, J. M. et al. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes e em bandejas de isopor. **Revista árvore**, Viçosa, 9(1): 58-86, 1985.

GONÇALVES, A. L.; MINAMI, K. Efeito de substrato artificial no enraizamento de estacas de calanchoe (*Kalanchoe x blossfeldiana* cv. Singapur, Crassulaceae). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 240-244, 1994.

GUNES, T. Effect of polymer on seedlings survival and growth of transplanted tomato under water stress. **Asian Journal Chen**. V. 19, n. 4 p. 3208-3214, 2007.

HACH. Company. Spectrophotometer Instrument Manual. Loveland. Colorado/USA, 1996.

HERNANDEZ, F. B. T. Manejo da Irrigação, abr 2006. Disponível em:<<http://www.agr.feis.unesp.br/curso3.htm>.> Acesso em: 30 out. 2006.

HUTTERMANN, A. REISE, K., ZOMMORODI, M., WANG, S. The use hydrogels for afforestation of difficult stands: Water and salt stress. [S.l.: s.d.].

HENDERSON, J. C.; HENSLEY, D. L.. Ammonium and nitrate retention by hydrophilic gel. **Hort Science**, v. 20, n. 4, 1985.

HENDERSON, J. C.; HENSLEY, D. L. Efficacy of a hydrophilic gel as a transplant aid. **Hort. Science**, v. 21, n. 4, p. 991-992, 1986.

ISOLANTES. Condicionadores de Solo e Substratos. Minério de Vermiculita Crua Concentrada. Disponível em: (<http://www.eucatex.com.br/eucatex/descricao.asp?B2=&A1=15&A2=104>). Acesso em: 23 de março de 2009.

JACINTO, J. M. M. Análise silvicultural urbana de seis espécies florestais utilizadas na arborização de Brasília. 2001. 55p. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal) Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

JOHNSON, M. S. The effects of gel forming polyacrylamida on moisture in sandy soil. **J. Sci. Food Agric.**, v. 35, p.1196-1200, 1984.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm, 1928.

LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERENCIA VEGETAL – LNRV. Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes. Métodos oficiais. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Ministério da Agricultura, 1988.

LIMA, R.L.S.J.; SEVERINO, L.S.; SOFIATTI,V.; GHEYI,H.R. & ARRIEL,N.H.C. Atributos químicos de substratos de composto de lixo orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 15 n. 2, p. 185-192, 2011.

LOPES, J. L. W.; SILVA M. R.; SAAD, J. C. C.; ANGELICO T. dos S. Uso de hidrogel na sobrevivência de mudas de Eucalyptus urograndis produzidas com diferentes e manejos hídricos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 217-224, abr.-jun., ISSN 0103-995, 2010.

MARTINS, C. C. et al. Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 224 – 230, 2009.

MELEM JUNIOR, N.J.; BRITO, O.R.; SILVA, N.F.JR.; FONSECA, C.B.; AGUIAR, S.X. Nutrição mineral e produção de feijão em áreas manejadas com e sem queima de resíduos orgânicos e diferentes tipos de adubação. *Ciências Agrárias*, Londrina,

v.32,n. 1, p.7-18, 2011.

MELO,B.; ZAGO,R.; SANTOS, C.M.; MENDONÇA, F.C.; SANTOS, V.L.M.; TEODORO, R.E.F. Uso do polímero hidroabsorvente TERRACOTTEM e da frequência de irrigação na produção de mudas de cafeeiro em tubetes. Revista **Ceres**, Viçosa. V. 52, p. 13-22, 2005.

MELO, W. J. de; MARQUES, M. O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Org.). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p. 109-139.

MENEGUETTI, G. I. P. Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos-SP. 2003. 100f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

MILANO, M. S.; DALCIN, E. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Light, 2000. 206p.

MORAIS, E.; ZANOTTO, A. C. S.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação genética, interação genótipo solo e ganhos na seleção em teste de progênies de *Corymbia citriodora* Hook em Luiz Antonio, São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 11-18, mar. 2010.

MORAES, O. Efeito do uso de polímero hidrorretentor no solo sobre o intervalo de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). 2001. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

MURAISHI, R. I.; GALBIATTI, J.A.; NOBILE, F.,O. de; BARBOSA, J., C. Compostos orgânicos como substratos na formação de mudas de ipê amarelo [*Tabebuia chrysotricha* (mart. ex dc.) standl.] irrigado com água servida. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n.6, p. 1081-1088, nov./dez. Jaboticabal, 2010.

NEGREIROS, J.R.S.; BRUCKNER, C.H.; CRUZ, C.D.; SIQUEIRA, D.L.; PIMENTEL, L.D. Seleção de progênies de maracujazeiro amarelo vigorosas e resistentes a verrugose. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.272-275, 2004



NIMAH, N. M.; RYAN, J.; CHAUDHRY, M. A. Effect of synthetic conditioners on soil water retention, hydraulic conductivity, porosity, and aggregation. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 47, p. 742-745, July, 1983.

NISSEN, M. J. Uso de hidrorretentores en la producción de frambuesos (*Rubus idaeus*) del sur de Chile. **AgroSur**, Valdivia, v. 22, n. 42, p. 160-165, 1994.

NOBILE, F. O. de; GALBIATTI, CORDIDO, J. P. B. R.; ANDRIÃO, M. A.; J. A.; MURAISHI, R. I. Avaliação de níveis de irrigação e a utilização de composto de lixo orgânico na formação de mudas cítricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBEA, 2006a. 1 CD-ROM.

NOBILE, F. O. de; GALBIATTI, CORDIDO, J. P. B. R.; ANDRIÃO, M. A.; J. A.; MURAISHI, R. I. Matéria orgânica e pH em solo adubado com fertilizantes orgânicos e minerais e irrigada com água servida. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16., 2006, Aracaju. Resumos... Aracaju: SBCS, 2006b. 1 CD ROM.

NOBILE, F. O. de; GALBIATTI, J. A.; MURAISHI, R. I.; CORDIDO, J. P. B. R.; ANDRIÃO, M. A. Doses de composto de lixo no substrato e dois níveis de irrigação em crisântemo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. **Anais...** Bonito: SBEA, 2007a. CD-ROM.

NOBILE, F. O.; GALBIATTI, J. A.; MURAISHI, R. I. Níveis de irrigação na formação de mudas de eucalipto com utilização de resíduo sólido orgânico urbano. **Nucleus**, v.8, n.2, p. 163-176, 2011.

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

OLIVEIRA, F. C. Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano num latossolo vermelho-amarelo cultivado com cana-de-açúcar. 2000. 247f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; ABREU Jr., C. H. Alterações em atributos químicos de um latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 4, p. 529-538, 2002.

PEREIRA NETO, J. T. Um sistema de Reciclagem e Compostagem, de baixo custo, de Lixo Urbano para Países em Desenvolvimento. Viçosa, MG. UFV. 1995. 16 p.

RECORD, S. J.; HESS, R. W. **Timbers of the new world**. New Haven: Yale University Press, 640p. 1949.

RIZZINI, C. T. Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia. 2.ed. São Paulo: Edgard Brücher, 1981. 294p.

RUPPENTHAL, V.; CASTRO, A. M. C. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladiolo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 29, n.1, p. 145-150, 2005

SAMPAIO, R. G.; GUIVARA, L.; FERNANDES, L. A.; COSTA, C. A.; GUILHERME, D. O. Produção e concentração de metais pesados em plantas de beterraba adubadas com composto de lixo urbano. *Caatinga*, v.21, p.83-88, 2008.

SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999, 491 p.

SABONARO, D. Z. ; GALBIATTI, J. A. Efeito de níveis de irrigação em substratos para a produção de mudas de ipê-roxo. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 74, p. 95-102, jun., 2007.

SARVAS, M; PAVLENDÁ, P.; TAKACOVA, E. Effect of hydrogel application on survival and growth of pine seedling in reclamations. **Journal For. Science**. V. 53, p. 204-209, 2007.

SIMÕES, D.; SILVA, R. B. G. da ; SILVA, M. R. da. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* ex. Maiden x *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 11, p.91-100, jan-mar., 2012.

SITA, R. C. M. et al. Effect of polymers associated with N and K fertilizer sources on *Dendrathera grandiflorum* Growth and K, Ca and Mg relations. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Brasília, v. 48, n. 3, p. 335-342, May/June, 2005.

SILVA, F. C.; FANTE JUNIOR, L.; PILOTTO, J. E.; RODRIGUES, J. A.; BOARETTO, A. E.; OLIVEIRA, J. C. M.; BERTON, R. S.; ZOTELLI, H. B. Evaluating the residual effects of sludge in root distribution and heavy metals in sugar cane crop. **International Sugar Journal**, Glamorgan, v. 102, n. 1220, p. 424-30, 2000.

SOUZA, C. A. M. de et al. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, jul/set, 2006.

STOCKHAUSEN, H. **Informações técnicas**. Stocksorb. **Reunión técnica**. Santiago de Chile, 1995.

TERRACOTTEM. Guia técnico 1.0 Pinhais PR. 1998. 45p.

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

TISDALL, J. M.; OADES, J. M.. Organic matter and water-stables-aggregates in soil. **Journal of soil science**. Baltimore, v. 33, n. 2, p. 141-163, 1983.

TITTONELL, P. A.; GRAZIA, J. de; CHIESA, A.. Adición de polímeros superabsorbentes en el medio de crecimiento para la producción de plantines de pimento. **Horticultura Brasileira**. v. 20, n. 4, 2002.

WANG Y. T.; GREGG, L. L.. Hydrophilic polymers - Their response to soil amendments and effect on properties of soilless potting mix. **J. Amer. Soc. Horticulture Science**. Alexandria v. 1115, n. 6, p. 943-948, Nov., 1990.

WENDLING, I. ; GATTO, A. Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas. Viçosa: Aprenda fácil. 166p. (Série produção de mudas ornamentais, 2), 2002.

VELASCO-MOLINA, M.; MATTIAZZO, M. E.; ANDRADE, C. A. de; POGGIANI, F. Nitrogênio e metais pesados no solo e em árvores de eucalipto decorrentes da aplicação de bio-sólido em plantio florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 71, p. 25-35, 2006.

VENTURA, A., BERENGUT, G. & VICTOR, M.A.M. Características edafoclimáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo* 4/5:57-140, 1965/1966.

VILJOEN, D. J. Superabsorbent polymers in the forestry industry. In: Commonwealth forestry conference. South Africa, 1977.

VICHIATO, M.; et al.. Crescimento e composição mineral do porta-enxerto de tangerina Cleópatra cultivado em substrato acrescido de polímero hidrorretentor. **Ciência Agropecuária**. v. 28, n. 4, p. 748-756, 2004.

VLACH, T. R. Creeping bentgrass responses to water absorbing polymers in simulated golf greens (on line). Wisconsin, Aug. 1991. [cited nov. 1998]. available from: <http://kimberly.ars.usda.gov>.