

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**UTILIZAÇÃO DE COMPOSTO DE LIXO URBANO NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS
NATIVAS COM DOIS NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO**

Débora Zumkeller Sabonaro

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Novembro de 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

UTILIZAÇÃO DE COMPOSTO DE LIXO URBANO NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS
NATIVAS COM DOIS NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO

Débora Zumkeller Sabonaro

Orientador: Prof. Dr. João Antonio Galbiatti

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Ciência do Solo).

JABOTICABAL- SÃO PAULO - BRASIL

Novembro de 2006

Sabonaro, Débora Zumkeller
S117u Utilização de composto de lixo urbano em substratos para
produção de mudas de espécies arbóreas nativas com dois níveis de
irrigação. /Débora Zumkeller Sabonaro. -- Jaboticabal, 2006
iv, 95f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006
Orientador: João Antônio Galbiatti
Banca examinadora: Rinaldo César de Paula, Cláudio José
Barbedo
Bibliografia

1. Substratos. 2. Composto de lixo urbano. 3. Irrigação. I. Título.
II. Jaboticabal -Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.45:631.67

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Débora Zumkeller Sabonaro - Filha de Felipe Vicente Sabonaro e Nilva Zumkeller Sabonaro, nascida em São Paulo - SP em 14 de abril de 1977. Formou-se em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu – UNESP, em 2003. Realizou estágio de iniciação científica e aprimoramento no Instituto de Botânica / Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo de agosto de 2003 a julho de 2004. Em agosto de 2004, ingressou no curso de Mestrado em Agronomia, vinculado ao Programa de Ciência do Solo da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – UNESP. Em novembro de 2006 concluiu o Mestrado.

AGRADECIMENTOS

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

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

Ao membro da banca professor Dr. Rinaldo César de Paula, pelo apoio, amizade e realização das análises estatísticas.

Ao membro da banca professor Dr. Cláudio José Barbedo pelas orientações e oportunidade.

Ao professor Dr. José Marcos Barbosa, pela amizade e oportunidade.

Ao professor Dr. Jairo Augusto Campos de Araújo, pelo apoio em todos os momentos.

Aos professores Dr. José Carlos Barbosa e Dr. Alberto Cargnelutti, pelo apoio oferecido na realização das análises estatísticas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

A todos os professores e funcionários do departamento de Engenharia Rural da FCAV. Em especial ao Carlos Henrique Aleixo, José Antonio Costa e a Miriam, pelo apoio oferecido e amizade.

Aos bibliotecários da Unesp - Jaboticabal, pelo atendimento dedicado. Em especial a Tieko.

A todos os colegas do Campus de Jaboticabal, em especial aos meus companheiros inseparáveis na realização das disciplinas, não somente pela amizade, como pelo aprendizado.

Aos docentes, pelo dom de transmitir o conhecimento. Em especial a professora Dr^a Maria Esmeralda Demattê por ter ministrado uma disciplina a qual pedimos, mesmo sabendo de suas dificuldades. Ao seu marido Dr. João Demattê (“in memoriam”) pela sua aula marcante e pela aula preparada.

A minha querida Jandira P. T. da Cruz por me considerar como filha e ao Jesus Cavaleiro (“in memoriam”) e toda família de Botucatu, por compartilhar momentos inesquecíveis e pela amizade eterna.

As minhas queridas amigas Maria de Lourdes e Fabiana Silva dos Santos, pelo carinho e amizade sincera e por compartilhar constantemente momentos de alegria.

A todos meus amigos do Instituto de Botânica.

A minha querida mãe Nilva Zumkeller Sabonaro, por nos passar a maior herança da família que é a de transmitir através das pequenas coisas, os ensinamentos divinos, também pelo incentivo em todos os momentos.

Ao meu querido pai Felipe Vicente Sabonaro e irmãos Cleber Zumkeller Sabonaro, Davi Zumkeller Sabonaro e Margareth Zumkeller Sabonaro, não somente pela amizade sincera, mas pela união, carinho e apoio em todos os momentos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
SUMMARY.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Sucessão Ecológica.....	4
2.2 Qualidade de Mudas	6
2.3 Tratos Culturais.....	7
2.3.1 Irrigação.....	7
2.3.2 Adubação.....	10
2.4 Substratos.....	14
2.5 Matéria Orgânica.....	18
2.6 Compostagem.....	19
2.7 Propriedades Físicas, Químicas e Biológicas do Composto de Lixo Urbano.....	21
2.8 Alguns Efeitos Negativos do Uso do Composto de lixo Urbano.....	24
2.8.1 Metais Pesados.....	24
2.8.2 Salinização.....	26
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Área Experimental.....	27
3.2 Caracterização das Espécies.....	27

3.3	Condução do Experimento.....	29
3.4	Determinações Experimentais.....	31
3.4.1	Caracterização química e física dos substratos.....	31
3.4.2	Desenvolvimento das mudas.....	35
3.5	Delineamento experimental.....	36
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vellozo) Toledo (ipê roxo).....	36
4.1.1	Crescimento em altura, diâmetro, número de folhas e matéria seca.....	36
4.1.2	Índices de qualidade de mudas.....	50
4.2	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze (jequitibá).....	53
4.2.1	Crescimento em altura, diâmetro, número de folhas e matéria seca.....	53
4.2.2	Índices de qualidade de mudas.....	65
4.3	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake (guapuruvu).....	68
4.3.1	Crescimento em altura, diâmetro, número de folhas e matéria seca	68
4.3.2	Índices de qualidade de mudas.....	80
V.	CONCLUSÕES.....	82
VI.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

UTILIZAÇÃO DE COMPOSTO DE LIXO URBANO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS COM DOIS NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de mudas de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. (ipê-roxo), *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (guapuruvu) e *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (jequitibá) em diferentes substratos e níveis de irrigação e estudar utilização de diferentes quantidades de composto de lixo urbano nos substratos. O experimento foi instalado no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal - SP. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado consistindo de 30 tratamentos num esquema fatorial 15 x 2 (15 substratos e 2 níveis de irrigação), em 2 repetições. Os substratos foram constituídos de diferentes combinações: composto de lixo, Plantmax®, esterco cutido de gado, vermiculita e solo. Para acompanhar o desenvolvimento das mudas da espécie estudada, foram avaliadas as seguintes características: altura da parte aérea (H), diâmetro do colo (D), número de folhas (NF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSR), matéria seca total (MST), relação altura da parte aérea/diâmetro do colo (H/D), índice de qualidade de Dickson (IDQ) e relação altura da parte aérea/matéria seca da parte aérea (H/MSPA). As características (H, D e NF) foram medidas aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) para *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. (ipê-roxo) e *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (jequitibá) e aos 20, 35, 50 e 65 para *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (guapuruvu). Através da análise dos resultados obtidos, concluiu-se que o composto de lixo urbano favoreceu o desenvolvimento das plantas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake. Quanto aos níveis de irrigação testados, pôde-se verificar que houve diferenças estatísticas para todas as espécies estudadas e o nível de irrigação 150% ET se destacou em relação ao 100% ET.

PALAVRAS-CHAVE: mudas, substratos, composto de lixo urbano, irrigação, *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol., *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake e *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze.

USE OF URBAN WASTE COMPOST FOR NATIVE SPECIES SEEDLINGS PRODUCTION IN TWO IRRIGATION LEVELS

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. (“ipê-roxo”), *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (“guapuruvu”) e *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (“jequitibá”) seedlings behavior in different substrates and irrigation levels and also to study the use of urban waste compost in the substrates. The experiment was carried out in the College of Agrarian Science, UNESP University, Department of Agricultural Engineering, Campus of Jaboticabal, São Paulo, Brazil. The experimental design used was the completely randomized with a factorial arrangement of treatments (15 substrates and 2 irrigation levels). The substrates were composed by different material combinations: urban waste, “Plantmax[®]”, tanned cattle manure, vermiculite and soil. For the study of the seedlings development, the following characteristics were evaluated: the plant height (H) and stem diameter (D), leaf number (LN), dry matter of the acre ad seedling portion (D M ASP), dry matter of root system (DMRS), total dry matter produce (TDMP), relation between plant height/colon diameter (H/D), Dickson quality index (IDQ) and (H/PMSPA). Evaluations of (H, D and NF) were made on 75, 90, 105, 120, 135 and 150 days after sowing (d.a.s) for *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. and *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze and for 20, 35, 50 e 65 days after sowing (d.a.s) for *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake. According to the results, we can conclude that urban waste compost increased *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake development. For tested irrigation levels, the statistical analysis showed significant differences for all studied species with better results for the 150% ET irrigation level compared to 100% ET.

KEYWORDS: seedlings, urban solid waste, irrigation, *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol., *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake and *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze.

1. INTRODUÇÃO

A atividade desordenada de uso e ocupação da terra impulsionada pelo modelo econômico vigente e o crescimento populacional tem resultado na degradação, fragmentação e esgotamento dos recursos florestais. A conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, enfatizou essas preocupações, posteriormente evidenciadas em diversas conferências complementares (FAO, 2000). Além disso, as mudanças ocorridas nas características de uso da terra decorrentes do desmatamento têm provocado efeitos negativos sobre a manutenção da biodiversidade (BIERREGARD JÚNIOR et al., 1992).

A produção de mudas de espécies nativas com diversidade e qualidade tornou-se um dos fatores fundamentais para atender a legislação ambiental quanto à demanda por mudas, a fim de se obter sucesso nos reflorestamentos. Uma das dificuldades enfrentadas por quem trabalha com a produção de mudas de espécies florestais nativas é o crescimento lento de muitas delas, particularmente daquelas classificadas como tardias ou clímax. Em face disso, é de fundamental importância a definição de protocolos e estratégias que favoreçam a produção de mudas com qualidade, em menor espaço de tempo e em condições acessíveis aos pequenos e médios produtores rurais, haja vista ser este público mais interessado neste tipo de insumo. Embora várias formulações de adubação já sejam conhecidas e utilizadas em viveiros florestais, não há conhecimento das exigências nutricionais da maioria das espécies nativas, acrescendo-se o fato de que o emprego dessas formulações está restrito à produção comercial de mudas, poucos silvicultores, e ou, determinadas regiões do país. Por essas razões, substratos alternativos, como a utilização de resíduos, devem ser estudados, visando baratear os custos de produção e tornar o viveirismo atividade acessível a todos os produtores rurais, interessados em recompor suas áreas ou explorar alguma atividade silvicultural (STURION & ANTUNES, 2000).

Os resíduos sólidos constituem hoje um dos principais problemas enfrentados pela humanidade. O acentuado crescimento demográfico seguido do grande desenvolvimento tecnológico vem aumentando consideravelmente a quantidade de resíduos sólidos rejeitados pelo homem, problemática que assume proporções ainda

maiores, na medida em que se verifica a redução da disponibilidade de áreas para deposição dos rejeitos e o seu alto potencial de contaminação do meio ambiente VERAS (2004).

Para SAN MARTIN (2000), ocorrem ainda reflexos negativos à qualidade da água dos lençóis freáticos, que correm risco de contaminação, e à saúde pública. A grande mobilidade de íon NO_3^- no solo, aliado à crescente utilização de fertilizantes minerais nitrogenados e a necessidade cada vez maior de disposição de resíduos urbanos, principalmente composto de lixo e de esgoto, estão contribuindo para o agravamento, em diversas regiões do planeta, dos problemas de eutrofização de águas de superfície, com lagos e rios, e de contaminação de águas subterrâneas, as quais, muitas vezes, são a principal ou única fonte de água potável de grandes populações (HUE, 1995).

A obtenção de produtos de valor econômico, como resultado de um processamento adequado desses resíduos, se configurava, até há pouco tempo, como objetivo secundário. O principal problema se constituía na eliminação dos mesmos por meios práticos e de baixo custo operacional. Mais recentemente, diversos estudos apontaram que a possibilidade e a conveniência do aproveitamento de resíduos orgânicos de qualquer natureza, objetivando fins estritamente econômicos, começaram a ganhar mais interesse (SODRE & ANDRADE, 1994).

Composto orgânico é o material resultante da decomposição de restos vegetais ou animais que são amontoados para acelerar sua decomposição utilizando-se processos químicos ou não. O composto estimula a proliferação de microorganismos úteis, melhora as qualidades físicas do solo, agregando os solos arenosos; aumenta a capacidade de retenção de água e nutrientes, contribuindo para redução do alumínio trocável do solo; facilita o arejamento e reduz o efeito da erosão pela chuva; facilita a drenagem, aumentando a capacidade de absorção e fornecendo substâncias que estimulam o crescimento das plantas. O composto atua também no aumento do pH e nos teores de cátions trocáveis. Essas alterações dependem, entretanto, da quantidade e qualidade do composto e das características do substrato no qual se faz parte (GOMES, 1992).

A intensa utilização de adubação orgânica em áreas produtoras de hortaliças e frutas, dos chamados cinturões verdes, torna o composto de resíduo sólido urbano uma importante fonte de matéria orgânica, com custos acessíveis, principalmente, para os agricultores localizados próximos às usinas de compostagem. No entanto, a utilização do composto de lixo nestas áreas, pode acarretar problemas à saúde humana.

Grande parte das áreas florestais no Brasil está localizada em solos de baixa fertilidade, degradados ou em processo de degradação. O aumento da mecanização e o uso prolongado de fertilizantes minerais (fontes de nitrogênio, fósforo e potássio) são os principais indutores de resultados indesejáveis para o ambiente, como compactação do solo, contaminação de águas subterrâneas e perda de outros nutrientes via exportação pelo aumento da produção. Uma das propostas para auxiliar o desenvolvimento de mudas vigorosas nestas áreas, seria a utilização do composto de lixo urbano no substrato para a produção destas, e posteriormente plantio nestas áreas.

Uma área de aplicação que não acarreta problemas de saúde humana é a utilização de tais adubos orgânicos como componentes de substrato para produção de mudas de espécies ornamentais, arborização urbana e para recuperação de áreas degradadas. Neste sentido, GOUIN, citado por SANDERSON (1980), salienta que a utilização de composto ou mesmo lodo de esgoto seria ideal para produção de plantas ornamentais, uma vez que estas não são utilizadas na alimentação humana, e, portanto não oferecem risco à saúde. Esta utilização vem sendo dada principalmente aos vermicompostos de resíduos orgânicos diversos, na tentativa de substituição do solo em substratos (HANDRECK, 1986). Com isso, evitar-se-ia também a retirada da chamada "terra de mata", ou seja, a camada superficial de áreas de mata nativa, muito utilizada por ser de elevada fertilidade natural e livre de ervas daninhas de difícil erradicação. Sua remoção, porém, acaba causando danos à vegetação e ao solo.

A reciclagem de lixo urbano é também, uma das melhores formas de se evitar o acúmulo desse material em lixões ou aterros sanitários (BERTON & VALADARES, 1991). Para efeito de cálculo, BERTON (1996) assumiu que metade do lixo que é processado em usinas de reciclagem é transformado em composto orgânico, o que representa uma redução considerável.

No Brasil, todos os Municípios deverão fazer o tratamento do lixo urbano coletado. A alternativa mais adotada parece ser a reciclagem, prática esta que gera grandes volumes de lixo orgânico, os quais são depositados em aterros ou transformados em composto orgânico. Poucos estudos têm sido realizados com o intuito de melhorar o aproveitamento destes resíduos orgânicos e também pouco se sabe sobre o comportamento da formação de mudas de plantas, principalmente de espécies florestais nativas.

Diante do exposto e sabendo-se que o êxito na recuperação de áreas degradadas depende, entre outras, da qualidade das mudas produzidas, que além de resistirem às condições adversas encontradas no campo, devem desenvolver-se produzindo árvores com crescimento desejável e que a utilização de materiais de origem vegetal e animal para a produção de mudas de espécies florestais nativas é de extrema importância. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de mudas de espécies arbóreas nativas em diferentes substratos com dois níveis de irrigação, e estudar a utilização do composto de lixo urbano.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sucessão ecológica

O uso da sucessão ecológica na implantação de florestas mistas é uma tentativa de dar à regeneração artificial, um modelo que segue as condições nas quais ela ocorre naturalmente na floresta. A simulação de clareiras de diferentes tamanhos e a situação de não clareiras fornecem condições apropriadas, principalmente de luz, às exigências dos diferentes grupos ecológicos sucessionais (KAGEYAMA et al., 1986).

Um fator importante na produção de mudas é sua adaptação a diferentes condições de luz, principalmente se o plantio for realizado em clareiras. Em geral, os diferentes graus de luminosidade causam mudanças fisiológicas e morfológicas na planta, sendo o grau dessa adaptação ditado por características genéticas da planta em interação com o meio ambiente. Dependendo das características do modo de vida das espécies, as práticas de manejo de mudas podem alterar sua qualidade, e

segundo BRISSETE et al. (1991), o sombreamento pode ser utilizado para auxiliar no controle excessivo de temperatura, particularmente no final da primavera e no início do verão, destacando que a redução da radiação solar, com telas pode diminuir a temperatura dentro da casa de vegetação em até 5°C.

BUDOWSKI (1965) classificou em estágios sucessionais, como pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax. Segundo esse autor, quanto ao fator luz, as pioneiras e secundárias iniciais seriam intolerantes à sombra, as secundárias tardias seriam tolerantes à sombra em estágios juvenis, e mais tarde intolerantes, e as clímax seriam tolerantes à sombra, exceto em estágios adultos.

Segundo KAGEYAMA et al.; (1986) o modelo sucessional separa, portanto, as espécies em grupos ecológicos, e juntando-as em modelos de plantio tais que as espécies mais iniciais da sucessão dêem sombreamento adequado às espécies dos estágios mais finais da sucessão. A concepção básica é a de que as espécies pioneiras dão condições de sombra mais cerrada às espécies climáticas, enquanto as espécies secundárias iniciais fornecem sombreamento parcial às secundárias tardias (KAGEYAMA & CASTRO, 1989).

O fornecimento dessas condições de diferentes graus de sombreamento às espécies das fases mais adiantadas da sucessão, que representam os grupos ecológicos mais importantes para a estrutura da floresta (secundárias tardias e climáticas), é feito pelas espécies dos grupos mais iniciais (pioneiras e secundárias iniciais) e que são efêmeras na estrutura florestal (KAGEYAMA & CASTRO, 1989).

KAGEYAMA & VIANA (1991) identificaram quatro grupos que compreendem espécies pioneiras, oportunistas de clareiras, tolerantes à sombra e reprodutoras à sombra. As pioneiras são as espécies cujas plântulas e árvores jovens não sobrevivem fora das clareiras. As oportunistas conseguem sobreviver em condições de sombra por algum tempo, mas dependem de clareiras para crescerem. As tolerantes podem crescer sob sombra até atingirem o dossel, mas dependem de plena exposição ao sol para frutificar. As reprodutoras à sombra podem completar todo o ciclo de vida em condições de subbosque.

POTOMATTI E BARBOSA (2003) ressaltam que o processo de sucessão secundária na floresta tropical deve orientar sobre as espécies a serem utilizadas no

sentido de que as espécies pioneiras, que são heliófilas, de rápido crescimento e de ciclo de vida curto, sombreiam e dêem condições para as não-pioneiras (secundárias tardias e climácicas), que permanecerão definitivamente nas florestas, promovendo alta diversidade e estabilidade.

2.2 Qualidade de Mudas

Na avaliação da qualidade de mudas de espécies arbóreas, em condições para o plantio, são levados em consideração aspectos morfológicos e, ou, fisiológicos. Os parâmetros fisiológicos são de difícil mensuração e análise, principalmente nos viveiros florestais comerciais. Muitas vezes não permitem avaliar eficientemente a real capacidade de sobrevivência e crescimento inicial das mudas após plantio, contrariando as expectativas de qualquer empreendimento florestal (GOMES, 2001).

Segundo este mesmo autor, os parâmetros morfológicos são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade de mudas, tendo uma compreensão de forma mais intuitiva por parte dos viveiristas, mas ainda carente de uma definição mais acertada para responder as exigências, quanto à sobrevivência e ao crescimento, determinadas pelas adversidades encontradas no campo após o plantio. Sua utilização tem sido justificada pela facilidade de medição e/ou visualização em condição de viveiro. Os parâmetros morfológicos mais utilizados na determinação do padrão de qualidade de mudas de espécies arbóreas tem sido a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (D), matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR). Algumas relações entre esses parâmetros têm sido utilizadas para avaliar a qualidade de mudas. Dentre estas estão as relações de altura da parte aérea com o diâmetro do coleto (H/D).

O valor resultante da divisão da altura da parte aérea pelo seu respectivo diâmetro do coleto exprime o equilíbrio de crescimento, relacionando esses dois importantes parâmetros morfológicos em apenas um índice (CARNEIRO, 1995), também denominado de quociente de robustez, sendo considerado um dos mais precisos, pois fornece informações de quanto delgada está a muda (JOHNSON & CLINE, 1991).

Segundo CARNEIRO (1995), esta relação exprime o equilíbrio de desenvolvimento das mudas, no viveiro, pois apresenta dois parâmetros em um só índice. Com base em uma experiência profissional e embasado na literatura, conclui que a altura das mudas, na ocasião de plantio exerce importante papel na sobrevivência nos primeiros anos após o plantio, porém ressalta que as mudas com maiores perspectivas de sobrevivência e crescimento inicial devem apresentar um diâmetro do coleto mínimo igual ou maior ao resultado obtido da relação [altura (cm)/8,1].

A relação de matéria seca da parte aérea/matéria seca das raízes, apesar de ser considerada como um índice eficiente e seguro para avaliar a qualidade de mudas (PARVIAINEN, 1981) poderá ser contraditória para expressar o crescimento no campo (BURNETT, 1979).

2.3 Tratos Culturais

2.3.1 Irrigação

Manejo da irrigação na produção de mudas em cultivos em recipientes

Como reconhecido na literatura, à falta de água pode levar ao estresse hídrico e diminuir a absorção de nutrientes pelas plantas. Já o excesso pode favorecer a lixiviação dos nutrientes e ainda proporcionar microclima favorável ao desenvolvimento de doenças, além das questões sócio-ambientais relativas à economia de água e ao acúmulo de lixiviados no solo (LOPES, 2005).

A água é um dos fatores limitantes da produção agrícola, considerando sua participação nos vários processos metabólicos da planta. Portanto, a água deve ser fornecida às mudas na quantidade necessária e no tempo certo. Excesso de água pode propiciar condições anaeróbicas em torno das raízes, reduzindo a respiração e limitando a fotossíntese e, ainda, favorecendo o aparecimento de doenças foliares e do solo. Por outro lado, o suprimento de água insuficiente provoca perdas excessivas de água por meio da transpiração, induzindo ao enrolamento, amarelecimento e queda de

folhas. O ideal é manter um fornecimento de água adequado para evitar esses problemas (SCARPARE FILHO, 1995; MARTINS et al., 1999).

Ao contrário dos cultivos em solo, o manejo da irrigação em recipientes pequenos como o caso dos tubetes, apresenta algumas particularidades como maior frequência de irrigação, em virtude do reduzido volume de substrato disponível para a planta, além da importância relativa aos fenômenos de advecção. Essas particularidades implicam no risco de estresse hídrico, o qual deve ser prevenido com um maior controle da irrigação. LEMAIRE et al.; citados por ABAD et al. (1992), comentaram que na prática, a irrigação em recipientes deve ser feita em excesso, visando conseguir uma uniformidade de distribuição de água no substrato e evitar o acúmulo de sais. Esse excesso deve oscilar entre 10 e 30% da drenagem, em função da época do ano, do estágio de desenvolvimento da planta e da qualidade da água de irrigação. MILNER (2002) recomenda a utilização de um fator de lixiviação no manejo da irrigação em substratos, a fim de evitar o acúmulo de sais no sistema. Esse fator depende da qualidade da água utilizada e da sensibilidade da planta à salinidade. Segundo esse autor, essa prática é muito utilizada em Israel e outros países, constituindo-se num preciso método para manejo da irrigação e controle de sais no substrato.

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. Em substratos com menor capacidade de retenção de água (casca de arroz carbonizada, areia, moinha de carvão, etc.) a irrigação deve ser mais freqüente do que naqueles de maior capacidade de retenção (terra do subsolo, composto orgânico, húmus, fibra de coco, etc). Exceto os períodos de germinação das sementes e enraizamento das estacas, uma irrigação freqüente de baixa intensidade não é tão eficaz quanto uma aplicação prolongada e em intervalos mais longos. Irrigações freqüentes umedecem somente alguns centímetros da camada superficial do substrato, resultando em maior perda por evaporação, principalmente em dias quentes e secos. 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. A irrigação em horários mais

quentes do dia é prejudicial quando a água utilizada no viveiro apresenta elevadas concentrações de cálcio e magnésio. Nessas condições, associada a uma elevada demanda atmosférica, poderá ocorrer a formação de um encrostamento de cálcio e carbonatos de magnésio na superfície do substrato, o que pode ser prejudicial ao desenvolvimento das mudas em função do aumento do potencial osmótico ou diminuição da capacidade de infiltração de água no substrato.

CARNEIRO (1995) recomenda que após a sementeira, a camada superficial do substrato deve permanecer úmida para favorecer o processo germinativo. Por outro lado, deve-se evitar o excesso de umidade que favorece a lixiviação de nutrientes e o possível surgimento de doenças como “damping-off” nas fases pré e pós emergentes. O excesso de umidade também cria condições desfavoráveis para a circulação do ar no substrato. A eficiência do sistema radicular é influenciada pela aeração, visto que a energia despendida no processo de crescimento é obtida pelas raízes por meio de respiração. Portanto, se a aeração for prejudicada por excesso de umidade, o desenvolvimento radicular também fica prejudicado. Com adequada aeração, as raízes tornam-se profusamente subdivididas, longas, tendo coloração clara e grande quantidade de pêlos absorventes.

O plantio de eucalipto tem sido estendido a variados tipos de solo incluindo-se aqueles encharcáveis durante certos períodos do ano. O excesso de umidade implica na diminuição da disponibilidade de oxigênio, tornando-se o ambiente pouco adequado ao desenvolvimento das plantas. Por essa razão, ABREU et al. (1993) procuraram selecionar as espécies com potencial de adaptação a essas condições. As espécies pesquisadas foram: *Eucalyptus grandis*, *E. tereticormis*, *E. camaldulensis* e *E. citriodora*. O solo utilizado foi dividido em vasos de 1 L, onde os teores de umidade foram: capacidade de campo e uma lâmina de água de 1 cm de altura (sobre a superfície do solo). Todos os tratamentos receberam 150 mg L⁻¹ de P aplicados no solo sobre a forma de NH₄H₂PO₄. O período de incubação foi de 10 dias e todos os vasos permaneceram com teor de umidade correspondente à capacidade de campo. Posteriormente, mudas das espécies citadas foram repicadas, uma para cada vaso. Após 15 dias, todos os tratamentos receberam 6,0 e 1,0 mg L⁻¹ de Zn e B, na forma de ZnCl₂ e H₃BO₃. Até esse período a capacidade de campo foi mantida. Um mês após a

repicagem, mediu-se a altura das plantas e a metade dos vasos recebeu água, até que uma lâmina de água de 1 cm de altura sobre a superfície do solo fosse obtida. Na outra metade dos vasos, o teor de umidade foi mantido próximo à capacidade de campo. Estes tratamentos foram mantidos até o final do experimento. No momento da aplicação da lâmina de água fez-se adubação nitrogenada de cobertura adicionando-se 50 mg L⁻¹ N na forma de (NH₄)₂ SO₄, em solução. Decorridos 25 dias da aplicação da lâmina de água, determinou-se novamente a altura. Os autores verificaram que a lâmina de água causou redução significativa na altura das mudas e que o comportamento diferenciou-se entre as espécies. As maiores alturas foram observadas para *Eucalyptus camaldulensis* e *E. tereticornis*, sendo estas as espécies mais tolerantes ao excesso de água. Constataram ainda que o encharcamento do solo provocou significativa redução na produção de matéria seca da parte aérea, em todas as espécies.

ALVARENGA et al. (1994), por outro lado, testaram níveis de conteúdo de água no substrato, em experimento com mudas de *Eucalyptus grandis*: 1) -0,5 a -1,5 MPa; 2) -0,1 a -0,3 MPa; 3) -0,01 a -0,03 MPa. Esses níveis corresponderam, respectivamente, 25,5 a 24,0; 28,3 a 25,8 e 34,5 a 30,7% de umidade do substrato. Estes autores também constataram maior eficiência das mudas na absorção de nutrientes minerais, na presença de maior conteúdo de água ao substrato.

2.3.2 Adubação

Embora várias formulações de adubação já sejam conhecidas e utilizadas em viveiros florestais, não há conhecimento das exigências nutricionais da maioria das espécies nativas, acrescentando-se o fato de que o emprego dessas formulações está restrito à produção comercial de mudas; a poucos silvicultores; e, ou, a determinadas regiões do país. Por essas razões, substratos alternativos, bem como recipientes adequados, devem ser estudados, visando baratear os custos de produção e tornar a atividade, de produção de mudas, acessível a todos os produtores rurais, interessados em recompor suas áreas ou explorar alguma atividade silvicultural (STURION & ANTUNES, 2000).

Geralmente a adubação inicial, que é feita no substrato, é a mesma para todas as espécies produzidas no viveiro, sendo que a adubação em cobertura é que pode variar, em função da necessidade nutricional das espécies ou de grupos de espécies, do ritmo de crescimento e regime de irrigação. Na prática, o viveirista deve detectar, pela diagnose visual, se uma muda está ou não adequadamente nutrida e definir qual é o melhor momento para adubá-la. No entanto, algumas empresas acabam adotando uma adubação em cobertura sistemática para todas as espécies, via água de irrigação, ainda que para algumas delas, esta adubação esteja sendo desnecessária (FARIA, 1999).

De modo geral, as pesquisas realçam mais o desempenho de mudas que tiveram aplicações completas, principalmente com N, P e K, em comparação com aplicações isoladas de cada um dos elementos componentes das formulações (BRAGA et al., 1977).

Após a adubação básica, os efeitos de duas doses de N (0 e 50 ppm – uréia), de P (0 e 100 ppm- superfosfato triplo) e de K (0,50 ppm – cloreto de potássio) foram avaliados por VALERI et al. (1993), no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis*. A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação. O substrato utilizado latossolo vermelho escuro álico, textura média, em recipientes de 10 Kg de solo seco ao ar. A medição final do experimento foi feita aos 150 dias após a semeadura, quando foram tomados a altura média da parte aérea, o diâmetro do colo e a matéria seca da parte aérea e radicial, assim como a composição química dos substratos e das folhas. Os autores constataram que a aplicação de N restringiu o crescimento em altura da parte aérea das mudas até 69 dias, contudo, ocorrendo recuperação a partir de 136 dias. A aplicação de N na presença de P e a aplicação de K não teve efeito significativo nos parâmetros avaliados. Os autores justificaram esta constatação, esclarecendo que o substrato, originalmente, apresentava valores acima do nível crítico. As adubações também alteraram a composição química do substrato e das folhas.

FERREIRA (1994) em ensaio com mudas de *Eucalyptus grandis* utilizou sacos de polietileno de quatro tamanhos (250, 500, 1000 e 2000 mL); dois substratos (terra de subsolo e terra de subsolo + composto orgânico na proporção 1:1 em volume); e quatro doses de fertilizante NPK (4-14-8) (1, 3, 9 e 27 kg/m³), aplicados de dois modos

(em mistura com o solo e em água com irrigação). Observou que a altura aos 75 dias no substrato terra de subsolo + composto orgânico foi em geral maior em todos os tratamentos do que o substrato terra de subsolo. Verificou também que quando fez a aplicação de fertilizante na dosagem de 9 kg m^{-3} , via água de irrigação, a altura aos 75 dias foi maior nas embalagens menores até 500 mL do que a aplicação do fertilizante via mistura com solo.

FERNANDES et al. (2000) conduziu um experimento em casa de vegetação, com o objetivo de avaliar o crescimento de plântulas, os níveis críticos de P e algumas frações fosfatadas, em três espécies florestais submetidas a quatro doses de P. Mudanças de aroeirinha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), paineira (*Chorisia speciosa* St. Hill.) e jabolão (*Syzygium jambolanum* Lam.) foram cultivadas em um Latossolo Variação Una, onde foram aplicados 0, 150, 300 e 600 mg dm^{-3} de P. Aos 180 dias após a germinação, as plantas foram colhidas e submetidas às análises químicas. Sob todas as doses de P, a paineira produziu maior biomassa da parte aérea e das raízes em comparação à aroeirinha e jabolão, além de apresentar maiores teores de P orgânico (P_o) e maior participação relativa do P orgânico (P_o) em relação ao P total solúvel em ácido em todos os níveis de fertilização fosfatada. O melhor crescimento da paineira foi atribuído a uma maior eficiência nos ajustes metabólicos desta espécie em relação à nutrição fosfatada, o que indica que esta espécie pode ser plantada em solos com diferentes níveis de P.

COUTINHO et al. (2006) avaliaram o crescimento, em casa de vegetação, de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., produzidas em substrato de cavas de extração de argila e adubadas com subprodutos orgânicos. As mudas foram cultivadas em vasos de 5 L, adicionando-se ao substrato "ferkal", composto de lixo urbano e torta de filtro, em diferentes doses ($40, 80, 120$ e 160 g dm^{-3}), e comparadas com o controle (sem adubação). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, constituídas de uma planta. Aos quatro meses após a semeadura, foram feitas avaliações de altura, diâmetro do colo, matéria seca da parte aérea e de raízes laterais. Também foram determinados comprimento, área superficial das raízes laterais, colonização micorrízica e teores foliares de N, P e K. O substrato sem adubação originou mudas com maiores altura, diâmetro do colo e matéria seca da

parte aérea. Contudo, não houve diferenças com relação à matéria seca, comprimento e área superficial das raízes e colonização micorrízica, entre os tratamentos. Constatou-se tendência de crescimento dos valores das características morfológicas da parte aérea das mudas, à medida que as doses foram aumentadas. Os teores foliares de N, P e K das mudas que não receberam adição dos subprodutos foram menores em relação às mudas adubadas. Os resultados evidenciaram que o uso de sesbânia para revegetação de cavas de extração de argila não implica gastos adicionais com fertilizantes orgânicos. Entretanto, a adição dos subprodutos estudados pode favorecer a formação de serapilheira mais rica em nutrientes.

MONTOVANI et al. (2005) avaliaram o efeito da aplicação do composto de lixo urbano na fertilidade do solo, na produção de alface e no acúmulo de nutrientes nas plantas. O experimento foi realizado em casa de vegetação, em colunas de PVC, em delineamento em blocos ao acaso, com cinco tratamentos, doses de 0; 30; 60; 90 e 120 t ha⁻¹ de composto de lixo urbano e oito repetições. As colunas receberam solo das profundidades de 0-20 (tratado com composto de lixo), 20-40 e 40-60 cm de um Argissolo, textura média, e uma muda de alface. Ao final do cultivo, colunas de quatro repetições de cada tratamento foram desmontadas e, nas demais colunas, fez-se um segundo cultivo de alface. A incorporação de composto de lixo urbano na profundidade de 0-20 cm melhorou a fertilidade do solo da própria camada em que foi aplicado e da camada de 20-40 cm, mas não alterou as características da camada de 40-60 cm. A adubação com composto de lixo urbano propiciou aumento do pH e dos teores de MO, P, K, Ca e Mg do solo, na camada de 0-20 cm, e de pH e Ca, na profundidade de 20-40 cm. A melhora da fertilidade do solo com a aplicação de composto de lixo urbano acarretou aumento de produção de alface e provocou maior acúmulo de P, K e Ca nas plantas.

RUPPENTHAL & CASTRO (2006) estudaram efeitos da aplicação de composto de lixo urbano em um Latossolo Vermelho eutrófico sobre a nutrição do gladiolo (*Gladiolus grandiflorus*). As plantas da variedade Red Beauty foram cultivadas em campo entre agosto de 1999 e janeiro de 2000. Utilizou-se delineamento em blocos causalizados com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: T1 - adubação química (AQ); T2 - 10,0 t ha⁻¹ de composto de lixo urbano (CLU); T3 -

20,0 t ha⁻¹ de CLU; T4 - AQ + 15,0 t ha⁻¹ de CLU; T5 - AQ + 10,0 t ha⁻¹ de CLU e T6 - AQ + 5, 0 t ha⁻¹ de CLU, aplicados no plantio. As características avaliadas foram: altura e diâmetro médio de planta; número de flores; matéria seca da inflorescência; diâmetro de bulbos novos; matéria seca dos bulbos novos e bulbilhos; teores de nutrientes na planta e no solo. O CLU promoveu discreto incremento no pH_{CaCl2} e manteve teores adequados de P e K no solo. Sua aplicação, associada à adubação química com P e K, incrementou o teor de P e K no solo, e a dose de 10,0 t ha⁻¹ de CLU proporcionou condições suficientes para adequada nutrição, desenvolvimento e produção da cultura do gladiolo.

Pelo exposto, os exemplos fornecidos ressaltam a importância do estado nutricional para o desenvolvimento das mudas, constituindo-se uma valiosa fonte de informações para a diagnose das condições fisiológicas das mudas.

2.4 Substratos

Substratos para produção de mudas vêm sendo estudados para um manejo aprimorado, proporcionando melhores condições de desenvolvimento e formação de mudas de qualidade (ANDRIOLO, 2000).

Segundo GUERRINI & TRIGUEIRO (2004) os substratos para a produção de mudas podem ser definidos como sendo o meio adequado para sua sustentação e retenção de quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada. A fase sólida do substrato deve ser constituída por uma mistura de partículas minerais e orgânicas. O estudo do arranjo percentual desses componentes é importante, já que eles poderão ser fonte de nutrientes e atuarão diretamente sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas. Portanto, em decorrência do arranjo quantitativo e qualitativo dos materiais minerais e orgânicos empregados, as mudas serão influenciadas pelo suprimento de nutrientes, água disponível e oxigênio.

Para SCHMITZ et al. (2002), o uso dos resíduos como componentes de substratos propiciam a obtenção de materiais alternativos, de fácil e constante

disponibilidade e baixo custo, auxiliando na minimização da poluição decorrente do acúmulo de resíduos no ambiente.

A formação de mudas florestais de boa qualidade envolve os processos de germinação de sementes, iniciação radicular e formação do sistema radicular e parte aérea, que estão diretamente relacionados com características que definem o nível de eficiência dos substratos, tais como: aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes. Por sua vez, as características dos substratos são altamente correlacionadas entre si: a macroporosidade com aeração e drenagem, e a microporosidade com a retenção de água e nutrientes (GONÇALVES & POGGIANI, 1996).

Diversos materiais de origem vegetal e animal têm sido utilizados no preparo de compostos orgânicos para a produção de mudas (AGUIAR et al., 1989). Segundo VERDONCK (1984), dentre os elementos que podem ser combinados para serem utilizados como substratos na produção de mudas de espécies florestais estão a vermiculita, o húmus de minhoca, o esterco bovino, a moinha de carvão, a terra de subsolo, a areia, a casca de árvores, o composto de lixo, a serragem, o bagaço de cana, as acículas de *Pinus* sp. e a turfa.

O plantmax[®], substrato comercializado, é composto por casca seca de pinheiro (*Pinus* sp) seca, curtida e triturada, apresentando grânulos de dimensões variáveis, desde pó até 10 mm de diâmetro, misturado com vermiculita de granulação superfina (diâmetro médio de grânulo entre 0,335 mm e 1,00 mm e densidade aparente de 110 Kg m⁻³ + / - 10%) e de granulação micron (diâmetro médio do grânulo menor que 0,5 mm e densidade aparente de 240 Kg m⁻³ (+ / - 12%) (GONÇALVES et al 1992).

A vermiculita é uma mica (silicato hidratado de magnésio, alumínio e ferro) que se expande acentuadamente quando aquecida. Contém suficiente magnésio e potássio para suprir a maioria das necessidades das plantas. Apresenta reação neutra e boa propriedade tampão. É solúvel e capaz de absorver grandes quantidades de água. Tem uma alta capacidade de troca de cátions, podendo reter nutrientes em reserva e liberá-los mais tarde. Nas vermiculitas e cloritas ocorre intercâmbio isomórfico, tanto nos tetraedros como nos octaedros, resultando uma maior capacidade de troca catiônica (FASSBENDER, 1978).

A vermiculita é normalmente um bom agente na melhoria das condições físicas do solo e, ainda, apresenta-se quimicamente ativa, liberando íons magnésio (Mg) para a solução do solo e absorvendo fósforo e nitrogênio na forma amoniacal (TÚLLIO JÚNIOR et al., 1986), fazendo parte junto com a matéria orgânica na composição do Plantmax[®] (LEDO et al., 2000).

Um material muito utilizado na confecção de substratos é a terra de subsolo. Para o preenchimento de embalagens plásticas, a terra de subsolo, ou de camadas subsuperficiais do perfil do solo, tem sido o substrato mais utilizado, pois é isenta de sementes de ervas daninhas e de microorganismos patogênicos, o que descarta a necessidade de desinfecção, diminuindo os custos de produção de mudas. Como a terra de subsolo contém teores muito baixos de nutrientes, os mesmos devem ser fornecidos, via fertilização mineral e, ou, orgânica (NEVES et al., 1990).

O uso de resíduos orgânicos em povoamentos de eucaliptos já vem sendo praticado por diferentes empresas florestais do Brasil visando minimizar os aspectos negativos do manejo intensivo de florestas plantadas, melhorando a produtividade e diminuindo os custos de aplicação de fertilizantes químicos (MOLINA 2004). Segundo POGGIANI & BENEDETTI (2000) uma grande vantagem da aplicação de resíduos orgânicos em plantações florestais consiste no fato de que os principais produtos dessas culturas não se destinam à alimentação humana ou animal, possibilitando uma maior segurança quanto a dispersão de eventuais contaminações.

Segundo VERDONCK & GABRIELS (1988), os substratos utilizados podem ser de origem mineral ou orgânica, natural ou sintética, cujas características diferem muito das do solo, não existindo um material ou uma mistura de materiais considerada universalmente válida como substrato para todas as espécies.

CAMPOS et al. (1986) observaram que as plantas de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.) produzidas nos substratos solo e solo + esterco, na proporção volumétrica de 1:1, apresentaram melhor qualidade, expressa principalmente pela relação altura/diâmetro, sendo as mudas mais adequadas para o plantio aquelas procedentes de substratos com solo e esterco.

Os efeitos de componentes de substratos na produção de mudas, também foram estudados por VALERI et al. (2000), que observaram a produção de mudas de

mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.), espécie arbórea pioneira de florestas tropicais, concluindo que os substratos com predominância de composto orgânico ou húmus de minhoca foram os mais adequados.

SÂMOR et al. (2002) estudaram a qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos, e concluíram que os substratos compostos por 60% de bagaço de cana-de-açúcar + 40% de torta de filtro de usina e 70% de casca de eucalipto decomposta + 30% de vermiculita não diferiram entre si nos parâmetros avaliados.

ANDRADE NETO (1998), trabalhando com substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes e diferentes fontes de matéria orgânica, constatou que o esterco de curral na proporção de 80% adubado com o fertilizante de liberação lenta (osmocote) foi o que proporcionou os maiores valores para a altura da planta e matéria seca do sistema radicular e parte aérea.

GUERRINI E TRIGUEIRO (2004) estudaram os atributos físicos e químicos de substratos com diferentes doses de bio sólido (BIO) e de casca de arroz carbonizada (CAC), com vistas a obter um meio de crescimento adequado para o desenvolvimento de mudas, encaixaram-se na faixa adequada os substratos cujas doses de bio sólido variaram de 30 a 60 %. Nenhum substrato testado, incluindo o do tratamento com substrato comercial, apresentou valores ideais em todas as propriedades estudadas.

ALVES e PASSONI (1997) avaliando o composto orgânico e vermicomposto oriundos do lixo domiciliar, como substratos para produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa*), utilizaram-se proporções crescentes dos adubos orgânicos até a total substituição do solo no substrato; não foram constatados efeitos fitotóxicos. A aplicação do composto ou vermicomposto propiciou maior índice de germinação das sementes e maior crescimento das plantas, em comparação com a testemunha. O estudo demonstra a possibilidade de utilização de tais produtos, oriundos do tratamento de lixo domiciliar, em outra atividade além da aplicação no solo agrícola, o que pode gerar novos mercados para utilização deste tipo de adubo orgânico.

CUNHA et al. (2005) com objetivo de avaliar a produção de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex D.C.) Standl (ipê-roxo), em condições acessíveis aos pequenos e

médios produtores rurais, realizaram um ensaio instalado em área experimental localizada no Departamento de Fitotecnia (CCA/UFPB), em Areia, PB. Os tratamentos consistiram da combinação dos substratos: S₁ - terra de subsolo e S₂ - terra de subsolo + composto orgânico e de sacos de polietileno. Para todas as variáveis estudadas (diâmetro do colo, altura da parte aérea e matéria seca da raiz e parte aérea), o substrato S₂ sobressaiu em relação aos demais.

2.5 Matéria Orgânica

Os resíduos orgânicos surgem como uma alternativa para diminuir os custos com a adubação química. Entre os materiais com alto potencial de utilização em viveiros, encontram-se resíduos como o bagaço de cana, as tortas, o lixo e os esgotos urbanos. Esses são, em geral, materiais ricos em sua composição química, sendo capazes de propiciar um bom desenvolvimento as plantas. Entretanto, na literatura são poucos trabalhos que relatam à disponibilidade dos nutrientes oriundos desses materiais. FERREIRA et. al (1997) constataram que a adição de compostos orgânicos à terra de subsolo favoreceu o crescimento do eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden). CAMPOS et al. (1986) observaram que as plantas de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.) produzidas nos substratos solo + esterco na proporção volumétrica de 1:1, apresentaram melhor qualidade, expressa principalmente pela relação altura/diâmetro, sendo as mudas mais adequadas para o transplântio.

A matéria orgânica do solo tem sido por muito tempo objeto de investigações no ramo das ciências do solo e ambientais. Atribui-lhe atualmente, reconhecido papel em processos físicos, químicos e biológicos edáficos, fundamentais para a manutenção da produtividade agrícola, sustentabilidade de ecossistemas naturais ou manejados e equilíbrio global do ciclo do carbono. A busca por alternativas adequadas de manejo da matéria orgânica no solo em cenários sociais e edafoclimáticos variáveis constitui em novo foco de atenção para os cientistas. Nesse sentido, em regiões agrícolas próximas a centros urbanos e onde há o uso intensivo dos recursos naturais, em especial do solo, a reciclagem agrícola como fonte de matéria orgânica para o solo aparece como alternativa promissora e recomendável (CANNELAS et al., 2001).

O efeito físico causado pela matéria orgânica no solo é muito importante para o desenvolvimento dos vegetais. Segundo HENIN et al. (1976) seu efeito na melhoria da estrutura do solo constitui um fator positivo para o desenvolvimento das raízes. Esta melhoria está relacionada, também, com o regime de água, pois melhorando a capacidade de infiltração, acelera o processo dinâmico da água no solo.

A matéria orgânica possui estreita relação com a capacidade do solo em fornecer macro e micronutrientes às plantas, em que processos de mineralização e imobilização orgânica, e de dessorção e adsorção de cátions e ânions, entre outros, governam a disponibilidade dos nutrientes às mesmas (RAIJ, 1991)

Segundo GALBIATTI (1992), a matéria orgânica no solo se apresenta em dois tipos, a ativa e a inativa; a matéria orgânica ativa pode se decompor através do processo de fermentação e formar húmus, enquanto a matéria orgânica inativa ou humificada não está sujeita à decomposição intensa. A fração húmica age principalmente nas propriedades físicas e físico-químicas do solo, tornando-se fonte de nutriente para as plantas.

2.6 Compostagem

A compostagem de resíduos orgânicos em um país com as características do Brasil reveste-se de grande importância e necessidade. Trata-se de uma medida que atende a vários objetivos: sanitários (na eliminação de doenças, de vetores, etc...), ambientais (pelo controle da poluição), econômicos (por gerar divisas para a economia da região), sociais (absorção de mão de obra, participação comunitária, eliminação de catadores, etc...) e agrícolas (desenvolvimento de práticas agrícolas do baixo custo) (PEREIRA NETO, 1999).

Para MANSUR (1993), compostagem é um processo de transformação da matéria orgânica do resíduo sólido em um composto orgânico estabilizado. Isso acontece pela ação de microrganismos existentes no próprio resíduo, que vão decompondo a matéria orgânica mais complexa em produtos finais mais simples.

Devido ao grande volume de lixo produzido no mundo, existe uma crescente preocupação quanto ao destino final desses resíduos, para se evitar a poluição

ambiental. Várias alternativas têm sido praticadas para diminuir o volume de lixo a ser descartado, dentre as quais, destacam-se: a) incineração; b) disposição em aterros sanitários; c) reciclagem de materiais reprocessáveis, e d) compostagem (AYUSO et al., 1996).

A compostagem é uma forma de reciclagem, pois quase toda parte orgânica do lixo é reaproveitada. Esse processo, além de diminuir o volume, dá como produto final um composto que pode ser usado na fertilização do solo, reaproveitando-se os nutrientes contidos na fração orgânica do lixo. Entretanto, por ser o lixo de coleta não seletiva constituído de resíduos de toda ordem, antes da compostagem é conveniente a retirada de materiais não-orgânicos, para propiciar a geração de composto mais homogêneo. A compostagem oferece ainda, as vantagens de baixo custo operacional, ter uso benéfico dos produtos finais na agricultura e diminuir a poluição do ar e da água subterrânea (CRAVO et al., 1998).

A opção pela compostagem é natural, pois o lixo urbano possui cerca de 40% de matéria orgânica, 1% de N total, 0,2% de P e 0,5% de K, além de pequenas quantidades de outros macro e micronutrientes. A aplicação de composto de lixo aumenta o rendimento das culturas (BERTON & VALADARES, 1991), na medida em que melhora a estrutura e a fertilidade do solo, supre nutrientes às plantas e corrige a acidez do solo.

Segundo GARCIA et al. (1992), o lixo urbano pode afetar o desenvolvimento das plantas quando não for feita a compostagem para fazer a estabilização da matéria orgânica. Em um experimento com germinação de sementes para mostrar os efeitos do lixo orgânico, ficou bem evidente o problema da não compostagem da parte orgânica do lixo, pois lixo orgânico sem compostagem inibiu em 100% a germinação enquanto que o lixo orgânico em que foi feita a compostagem se comportou igual a testemunha, tendo uma boa germinação.

Um bom substrato deve apresentar características físicas e químicas adequadas à espécie em questão; portanto, dificilmente se encontrará em único componente com todas as propriedades ideais. Entretanto, é necessário que o substrato apresente-se com grau avançado de estabilidade química e biológica. A forma mais eficiente de atingir este grau é por meio da compostagem. O composto resultante do processo

apresentará melhores condições químicas, físicas e biológicas, atuando efetivamente na melhoria das propriedades favoráveis ao crescimento das plantas, com efeito, nos processos microbianos, na aeração, na estrutura, na capacidade de retenção de água e na regulação da temperatura do solo, além do fornecimento de nutrientes, que pode estar prontamente disponíveis ou complexados (TRINDADE et al., 2001).

2.7 Propriedades Físicas, Químicas e Biológicas do Composto de Lixo Urbano

Dentre os principais efeitos da aplicação de composto de lixo sobre os atributos químicos dos solos ácidos, destacam-se a elevação do pH, a neutralização da acidez trocável, a redução da acidez potencial, o aumento da disponibilidade de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e o aumento da capacidade de troca catiônica (KIEHL, 1985; OLIVEIRA, 2000). WONG et al. (1998) mostraram que o aumento do pH de solos tropicais ácidos tratados com compostos de lixo é diretamente proporcional à capacidade de consumo de prótons e a soma de bases trocáveis do material orgânico. Esse efeito está associado também à qualidade e quantidade da matéria orgânica adicionada aos solos pelo composto de lixo (OLIVEIRA, 2000).

De acordo com ABREU JUNIOR (1999), a aplicação do composto de lixo em solos ácidos promoveu aumentos nos teores de K, Ca, Mg e Na, em média, de 195%, 200%, 86% e 1.200%, respectivamente, e elevação da capacidade de troca catiônica (CTC) em 42%. Nos solos alcalinos, esses efeitos foram menos pronunciados, refletindo, em média, na elevação da CTC em 8,4%.

ABREU JÚNIOR et al. (2000) estudaram os efeitos da aplicação do composto de lixo, proveniente da cidade de São Paulo (usina de compostagem São Matheus), na presença e ausência de calcário dolomítico (para elevar a saturação de bases a 70%) e de ambos minerais, sobre a condutividade elétrica (CE), pH em CaCl_2 0,01 mol⁻¹ e em água, e acidez potencial (H +Al) de 21 solos ácidos e cinco solos alcalinos, nos quais o calcário foi substituído por gesso. Foi verificado que a aplicação do composto de lixo promoveu aumento da CE dos solos. Todavia, esse efeito foi inferior aquele causado pelos adubos minerais. Os maiores valores de CE (> 2dSm⁻¹) foram causados pelas aplicações de composto + calcário + adubo nos solos ácidos e do composto + adubo +

gesso nos solos alcalinos. Porém, quanto maior a capacidade de troca catiônica (CTC) inicial dos solos ácidos e pH inicial dos solos alcalinos, menores foram os efeitos dos tratamentos sobre o incremento da CE. A aplicação de composto de lixo promoveu, também, o aumento do pH e a redução da acidez potencial. Esse efeito do composto foi, em média, superior aquele causado pela aplicação de calcário. A aplicação conjunta do composto e calcário promoveu um efeito aditivo de seus efeitos isolados sobre o pH e a acidez potencial do solo. A adição dos adubos minerais tendeu a reduzir o pH por causa da acidificação residual da uréia. Esse efeito foi bem evidente nos solos alcalinos. O aumento do pH e da CE foi acompanhado por uma diminuição na diferença entre os valores de pH medido em CaCl_2 e em água, notadamente nos solos ácidos.

OLIVEIRA et al. (2002) em um experimento onde foram avaliados os efeitos de aplicações sucessivas de composto de lixo urbano sobre os teores de carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e capacidade de troca de cátions (CTC) ao pH atual de um Latossolo Amarelo distrófico em que foi cultivada cana-de-açúcar em dois anos agrícolas. No primeiro ano agrícola, além dos tratamentos calagem + adubação mineral e testemunha, o composto de lixo foi aplicado nas doses de 20, 40 e 60 Mg ha^{-1} (base seca). No segundo ano, o composto foi reaplicado nas doses de 24, 48 e 72 Mg ha^{-1} . Todas as propriedades químicas do solo estudadas aumentaram com as doses do composto, em ambos os anos agrícolas. Os incrementos observados nesses atributos, da primeira para a segunda aplicação, foram significativos, exceto a condutividade elétrica, que, embora tenha aumentado logo após a aplicação do resíduo, não atingiu níveis críticos e teve seus valores reduzidos com o tempo. Acúmulos nos teores de C orgânico do solo foram diretamente proporcionais às doses de aplicação. O aumento da CTC do solo foi consequência direta dos incrementos nos teores de C orgânico e nos valores de pH.

A possibilidade do composto de lixo urbano de incrementar os teores de carbono orgânico do solo foi verificada em estudos realizados em regiões sob clima temperado. HORTENSTINE & ROTHWELL (1973) verificaram aumentos de 41 e 169% nos teores de C orgânico de um solo degradado por mineração, 24 meses após a aplicação de 35 e 70 Mg ha^{-1} de composto de lixo, respectivamente. GIUSQUIANI et al. (1995) também

obtiveram acréscimos de 23, 40 e 55% após quatro anos de aplicações anuais sucessivas de 10, 30 e 90 mg ha⁻¹, respectivamente.

XIN et al. (1992); ABREU JUNIOR et al. (2000), verificaram o potencial agrônomo do composto de lixo urbano está fundamentado na elevada concentração de carbono orgânico presente em sua composição. Aumentar o teor de carbono orgânico de um solo pode significar melhorias nas suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Além disso, esse resíduo encerra em sua composição apreciáveis quantidades de nutrientes, especialmente N, K e Ca.

No entanto, ABREU JUNIOR et al. (2000) verificou que existe uma variação do potencial de cada solo para promover a degradação da carga orgânica do resíduo. É possível que em alguns tipos de solos tropicais os efeitos da aplicação do composto de lixo sobre o carbono orgânico do solo sejam efêmeros caso não haja uma frequência adequada de aplicações.

O composto de lixo urbano curado utilizado na agricultura melhora as condições físicas e químicas, bem como os processos biológicos do solo. Os efeitos do composto de lixo nas propriedades microbiológicas do solo seriam: melhoria na fixação biológica do N em leguminosas (atividade de nitrogenase, tamanho e número de nódulos) e aumento de biomassa microbiana. Tanto a atividade como a quantidade de bactérias e fungos aumentaram com a aplicação do composto, sendo que as maiores respostas foram verificadas logo no primeiro dia após a incorporação do material orgânico ao solo. Em relação às propriedades químicas dos solos, em face de aplicação do composto de lixo, além de fornecer matéria orgânica, possui também macro e micronutrientes e metais pesados. Assim, também se espera que os valores desses elementos aumentem no solo com essa adição. O aumento no teor da matéria orgânica no solo ocorre em aplicações frequentes do composto de lixo. Mesmo, assim, esse efeito tem curta duração, chegando a desaparecer em um ano após o término da sua aplicação. A associação do composto de lixo com adubos minerais proporciona um melhor aproveitamento dos nutrientes, atuando como fonte primordial de nitrogênio, fósforo e potássio, trazendo reflexos na produção para as culturas mais exigentes (SILVA et al., 2002).

2.8 Alguns Efeitos Negativos do Uso do Composto de Lixo

2.8.1 Metais Pesados

Apesar de seus efeitos benéficos como fonte de matéria orgânica, atuando tanto nas propriedades físicas quanto químicas do solo (BEVACQUA & MELANO, 1994), contribuindo para o incremento de produtividade das espécies cultivadas, o uso do composto sólido de resíduo urbano (CRSU), todavia, é limitado pelo seu alto teor de impurezas físicas e a presença de metais pesados (MAZUR, 1997).

O conhecimento das formas químicas dos metais do solo permite melhor avaliação sobre a biodisponibilidade e mobilidade desses metais e seus riscos ao meio ambiente. CANET et al. (1997) verificaram aumento da fração trocável somente para Cd em solos calcários tratados durante sete anos com CRSU. MAZUR (1997) observou redução da fração trocável e aumento das frações extraídas com hidroxilamina (óxidos de Fe e óxido de Mn), e também que ao longo do tempo de incubação houve menor mobilidade/ biodisponibilidade de Ni, Pb, Zn e Cu em solos incubados com CRSU durante 24 semanas. Por isso, sua utilização em culturas destinadas à alimentação humana e animal merece cuidadoso estudo prévio, em vista da possível presença de metais pesados ou agentes infecciosos absorvidos pelo sistema radicular.

SAWHNEY et al. (1994) estudaram o potencial de lixiviação de metais pesados pela utilização, em substratos no cultivo de plantas ornamentais, de composto de lixo em doses equivalentes a 0%, 25%, 50% e 100% em volume, utilizando uma mistura (pH 6,5) de turfa, areia e calcário como material de enchimento. As concentrações de Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn nos lixiviados aumentaram com a proporção utilizada do resíduo, mas decresceram no decorrer das lixiviações. Os maiores teores foram encontrados nas amostras coletadas nas duas primeiras semanas, os quais foram atribuídos às formas solúveis ou trocáveis de metais presentes no composto de lixo. Foram verificados, respectivamente, entre as doses de 0% e 100%, as seguintes variações: 0,25 a 0,82 g L⁻¹ de Cd; 1,6 a 5,0 g L⁻¹ de Cr; 12 a 125 g L⁻¹ de Cu; 13 a 31 g L⁻¹ de Ni; 1,9 a 17 g L⁻¹ de Pb; e 54 a 219 g L⁻¹ de zinco. Esses valores estiveram abaixo dos estabelecidos para água potável pela United States Environmental Protection Agency

(40 CFR Part 503), ou seja, 5 g L^{-1} de Cd; 50 g L^{-1} de Cr; 1.300 g L^{-1} de Cu; 100 g L^{-1} de Ni; 20 g L^{-1} de Pb. Com relação ao Zn, não são estabelecidos valores críticos. Os autores concluíram que a lixiviação de metais pesados para águas de subsuperfície, em solos agrícolas tratados com composto de lixo, pode ser considerada desprezível, porque as ínfimas quantidades de metais lixiviadas do composto deverão ter sua mobilidade atenuada pelas camadas do subsolo.

Em experimento realizado no campo, nos anos agrícolas 1996/97 e 1997/98, em Latossolo Amarelo distrófico, cultivado com cana-de-açúcar, avaliou-se o efeito de aplicações sucessivas de composto de lixo urbano sobre a movimentação, em profundidade, dos metais Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn. No primeiro ano agrícola, além do tratamento testemunha, o composto de lixo foi aplicado nas doses de 20, 40 e 60 Mg ha^{-1} (base seca). No segundo ano, o composto foi reaplicado nas doses de 24, 48 e 72 Mg ha^{-1} . Em relação aos metais Cd, Cr, Cu, Ni e Pb não se observou qualquer evidência de movimentação ao longo do perfil do solo. O Zn apresentou mobilidade no solo, onde se verificou, ao final de 1997/98, incrementos significativos até a camada de 0,4-0,6 m de profundidade (OLIVEIRA et al, 2002).

ALVES et al (1999) estudaram o efeito do composto de lixo urbano na fertilidade e nos teores totais e extraído com solução de Dtpa $0,005 \text{ mol L}^{-1}$ pH 7,3 dos elementos Fe, Mn, Zn e Ni em Podzólico Vermelho - Amarelo textura arenosa, em casa de vegetação. Empregou-se sorgo como planta teste, avaliando-se perfilhamento, produção de matéria seca e quantidade acumulada dos elementos P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Ni em função de doses de composto equivalentes a 0, 12,5, 25, 50 e 100 t ha^{-1} , na ausência e na presença de adubação mineral. O composto aumentou a produção de matéria seca do sorgo na ausência de adubação mineral; esta, contudo, promoveu maior aumento de produção e perfilhamento das plantas. Na parte aérea de sorgo, não foi detectado Ni, enquanto as quantidades acumuladas de Fe, Mn e Zn relacionaram-se com os teores de no solo extraídos com DTPA. A aplicação do composto de lixo promoveu aumento nos valores de pH, matéria orgânica, bases trocáveis, P resina e CTC do solo, reduzindo a acidez potencial ($\text{H} + \text{Al}$). Os teores totais de Fe, Mn e Zn no solo aumentaram com as doses de composto, enquanto o de Ni aumentou somente na ausência de adubação mineral. Os teores de Zn e Ni no solo, extraídos com DTPA,

aumentaram com as doses do composto tanto na ausência como na presença de adubação mineral; já os de Mn e Fe diminuíram na presença de adubação mineral e não foram alterados na sua ausência. Apesar de não ter ocorrido acúmulo de metais pesados no tecido vegetal, houve incremento no solo de alguns dos elementos; portanto, devemos atentar para aplicações sucessivas de composto de lixo domiciliar.

SILVA et al. (2006) em estudo conduzido em casa de vegetação tiveram o objetivo avaliar a disponibilidade temporal de micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn) por Mehlich-1, em cinco solos (Latosolo Vermelho-Amarelo distrófico: LVd; Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico: PVd; Chernossolo Háplico Órtico: MXo; Planossolo Hidromórfico distrófico: SGd, e Nitossolo Vermelho Eutroférico: Nvef) incubados com diferentes doses de CL (0; 25; 50 e 100 Mg ha⁻¹), em períodos de incubação (0; 16; 32; 64 e 150 dias). A maioria dos metais pesados teve sua disponibilidade reduzida nos primeiros períodos de incubação, sendo esse efeito dependente de textura, pH e teor de matéria orgânica do solo. O uso continuado de CL, principalmente nas doses mais elevadas, pode resultar em riscos de contaminação do ambiente pelo efeito cumulativo, em especial para o Mn e Zn nos solos Chernossolo e Nitossolo, cujo tempo de caimento de sua disponibilidade é acima de seis meses.

O composto de lixo possui 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 tóxicos como Pb, Cr, Cd e Ni, que uma vez adicionados ao solo podem ser absorvidos pela planta, entrando assim na sua cadeia alimentar (SILVA et al., 2002).

2.8.2 Salinização

Vários trabalhos mostram que o composto de lixo urbano influencia as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, como a capacidade de retenção da água, a porosidade, a densidade, o teor de nutrientes, o conteúdo de matéria orgânica, a capacidade de troca de cátions e a atividade enzimática (HE et al., 1992;

GIUSQUIANI et al., 1995; SABRAH et al., 1995; SHIRALIPOUR et al., 1998; GREY & HENRY, 1999). Entretanto a utilização agrícola do composto, bem como a do lixo urbano, pode resultar em problemas sérios, entre eles a salinização, resultante da liberação de sais pela mineralização da matéria orgânica em condições de baixa precipitação pluvial e ausência de irrigação, e a poluição por metais pesados, por nitratos e por outros poluentes orgânicos e inorgânicos.

Em decorrência da aplicação de composto de lixo, tem sido relatado aumento da salinidade, a qual pode ser facilmente avaliada pela determinação da condutividade elétrica. Por essa razão, o aumento da salinidade, atribuído à aplicação de altas doses de composto (MELO et al, 1997) ou de adubos minerais (RAIJ, 1991), notadamente com cloreto de potássio e uréia, diminui o potencial osmótico da água no solo, resultando em potencial total da água nas células da raiz. Como consequência, a planta perde água para o solo e sofre danos fisiológicos que podem levá-la a morte.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área Experimental

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, em área pertencente ao Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, 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 Cwa, ou seja, subtropical úmido com estiagem no inverno. A precipitação e as temperaturas médias anuais situam-se próximas de 1400 mm e 21°C, respectivamente.

3.2. Caracterização das Espécies

Schizolobium parahyba (Vell.) Blake popularmente conhecida como guapuruvu pertence à família Fabaceae (= Leguminosae), que compreende aproximadamente 650 gêneros e 18.000 espécies e é a maior família de Angiospermas depois de Asteraceae

e Orchidaceae (JUDD et al. 1999). Segundo LORENZI (1992), o guapuruvu ocorre no Brasil desde a Bahia até Santa Catarina sendo característico e exclusivo da Mata Atlântica. Pertence ao grupo ecológico das pioneiras e é uma das plantas nativas de mais rápido crescimento podendo ser utilizada em reflorestamentos de áreas degradadas de preservação permanente em composições mistas. É uma árvore bastante ornamental quando em flor, porém, seu plantio não é recomendado em áreas urbanas, pois cresce demasiadamente.

Tabebuia heptaphylla (Vellozo) Toledo, popularmente conhecida como ipê-roxo, pertence à família bignonaceae. É uma das espécies que vêm sendo estudada por ser de alto valor econômico, considerando-se as finalidades de sua madeira e extrativos foliares, e pela diminuição preocupante do número de indivíduos que ainda são encontrados em áreas de ocorrência natural (ETTORI, 1996). É uma espécie secundária tardia, passando a clímax (LONGHI, 1995), tolerando a sombra no estágio juvenil. Devido ao seu porte, faz parte do extrato superior da floresta, possuindo alta longevidade. Possui crescimento moderado (COELBA, 2002), porém quando comparado com as espécies florestais nativas, os ipês têm desenvolvimento relativamente rápido, prestando-se muito bem a florestamentos e reflorestamentos industriais (LONGHI, 1995). Ocorre naturalmente no sul e oeste da Bahia, no Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo e no nordeste da Argentina, sul da Bolívia, leste do Paraguai e Uruguai (CARVALHO, 1994).

Cariniana legalis (Mart.) Kuntze popularmente conhecida como jequitibá, pertence à família Lecythidaceae que compreende 24 gêneros e 130 espécies sendo uma família composta por árvores de grande porte. É uma das espécies arbóreas de maior porte da Mata Atlântica ocorrendo no Espírito Santo, Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul, tanto na floresta pluvial atlântica como na floresta latifoliada semidecídua da bacia do Paraná (LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994). É classificada no grupo ecológico das clímax, encontrada essencialmente ocupando o dossel superior das florestas, em pequenos grupos e encostas úmidas (LORENZI, 1992). A árvore é exuberante e muito ornamental podendo ser empregada

no paisagismo de parques e praças públicas, assim como em plantios mistos em áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994).

3.3. Condução do Experimento

As sementes para a produção de mudas de *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), *Tabebuia heptaphylla* (ipê-roxo) e *Cariniana legalis* (jequitibá) foram obtidas junto ao Viveiro Experimental de Mudas Ornamentais e Florestais da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, campus de Jaboticabal.

Selecionou-se estas três espécies pelo fato de ocorrerem na região de Jaboticabal, por serem freqüentemente utilizadas para recuperação de áreas degradadas e por pertencerem a diferentes categorias sucessionais (Tabela 1).

Tabela 1. Espécie, nome vulgar, família, categoria sucessional e altura da árvore adulta das espécies que foram utilizadas no experimento.

Espécie	Nome Vulgar	Família	Categoria Sucessional	Altura Adulta (m)
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Guapuruvú	Fabaceae	Pioneira	20-30
<i>Tabebuia heptaphylla</i> Vell. Tol.	Ipê-roxo	Bignoniaceae	Secundária	20-30
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Jequitibá	Lecythidaceae	Clímax	30-50

Para as sementes de guapuruvu, foi necessário realizar o tratamento pré-germinativo em água fervente por dois minutos (LEDO, 1977), tendo por finalidade a superação da dormência das sementes dessa espécie.

Foram utilizados tubetes de plástico rígido (13 cm de altura e 160 cm³ de volume), contendo diferentes substratos, colocados sobre suporte feito com tela de arame, sob sombrite com 30% de capacidade de retenção de luz. Em cada tubete foram colocadas duas sementes para o ipê e jequitibá e uma semente para o guapuruvu, sendo efetuado o raleio em torno de 30 dias. Sete dias após o raleio, as mudas foram colocadas a pleno sol.

Foram testados 15 substratos, resultantes da combinação de plantmax[®], esterco bovino, composto de lixo, vermiculita e terra. Os tratamentos, em percentuais (%) de cada componente estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Percentuais dos materiais na composição volumétrica dos substratos utilizados para produção de mudas de guapuruvu, ipê-roxo e jequitibá.

Substratos	Plantmax [®]	Esterco	Composto de lixo	Vermiculita	Terra
1	75	---	---	15	10
2	60	15	---	15	10
3	45	30	---	15	10
4	30	45	---	15	10
5	15	60	---	15	10
6	---	75	---	15	10
7	60	---	15	15	10
8	45	---	30	15	10
9	30	---	45	15	10
10	15	---	60	15	10
11	---	---	75	15	10
12	---	60	15	15	10
13	---	45	30	15	10
14	---	30	45	15	10
15	---	15	60	15	10

O lixo orgânico foi obtido em São José do Rio Preto (SP), cidade que realiza a coleta seletiva de lixo e a compostagem do lixo orgânico. A vermiculita utilizada foi a de textura média.

Utilizaram-se amostras de solo oriundas do Latossolo Vermelho distrófico de mata mesófila semidecídua residual, textura média, retiradas da camada de 0-20 cm. As análises químicas e granulométricas (Tabela 3) foram realizadas no departamento de Solos e Adubos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal, conforme metodologia recomendada TOMÉ JÚNIOR (1997).

Tabela 3. Dados da análise química e granulométrica do solo.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+	SB	T	V	argila	silte	areia fina	areia grossa	Classe textural
CaCl ₂	gdm ⁻³	resina Mg m ⁻³	-----mmol _c	dm ⁻³	-----	%	-----g	kg ⁻¹	-----					
4,2	21	2	0,6	5	3	42	8,6	50,6	17	320	40	270	370	média

As adubações mineral inicial e de cobertura foram realizadas segundo recomendações de GONÇALVES et al. (1997). Para adubação inicial foram utilizados 150 g de N, 300 g de P₂O₅, 100 g de K₂O e 150 g de “fritas” BR-12 para cada 1m³ de substrato. Quanto à adubação de cobertura, para a aplicação de nutrientes, dissolveu-se 30 g de cloreto de potássio em 10 l de água. Com a solução obtida, realizou a rega em intervalos de 7 dias.

A irrigação foi realizada manualmente e diariamente, em dois níveis: 1 (100%) e 2 (150 %) da evapotranspiração (ET) estimada pelo atmômetro, aparelho que segundo BRONER & LAW (1991), pode estimar a evapotranspiração de referência com boa precisão, cujas medidas de evapotranspiração foram tomadas com base para definir as lâminas de água a serem aplicadas na irrigação.

3.4. Determinações Experimentais

3.4.1 Caracterização química e física dos substratos

O cultivo em recipientes requer irrigações e fertilizações freqüentes e, para tanto, faz-se necessário o conhecimento das propriedades químicas e físicas dos substratos, por serem fatores determinantes no manejo e controle de qualidade dos cultivos. Assim, foi realizada a análise da composição química e de algumas características físicas dos 15 tratamentos que foram testados, conforme apresentado na Tabela 4.

As análises do carbono orgânico total, relação carbono total/nitrogênio total, capacidade de troca de cátions (CTC) e os teores de macro e de micronutrientes foram realizadas segundo a metodologia de KIEHL (1985), com valores em termos de base seca a 105°C e, metodologia de KIEHL e PORTA (1980). O pH em água foi

determinado através de potenciômetro, em suspensões substrato: água deionizada. As análises da densidade aparente e de partículas, da porosidade total, macro e microporosidade e da retenção de água foram realizadas segundo a metodologia proposta por GONÇALVES e POGGIANI (1996).

As análises de matéria orgânica compostável e resistente e de resíduo mineral total insolúvel e solúvel também foram realizadas segundo a metodologia de KIEHL (1985). Todas as análises propostas foram realizadas em laboratórios da FCAV/UNESP e da ESALQ/USP.

Tabela 4. Características químicas e físicas dos 15 tratamentos testados como substratos após a sua formulação.

Substratos	1		2		3		4		5		6		7		8	
Determinações	U.N	B.S (110°C)	U.N	B.S (110°C)	U.N	B.S (110°C)	U.N	B.S (110°C)	U.N	B.S (110°C)	U.N	B.S (110°C)	U.N	B.S (110°C)	U.N	B.S (110°C)
pH em CaCl ₂ 0,01 M	4.8	-	6.2	-	6.90	-	7.4	-	7.5	-	8.3	-	6.5	-	6.9	-
Densidade (g/cm ³)	0.50	-	0.47	-	0.50	-	0.51	-	0.55	-	0.52	-	0.55	-	0.58	-
Umidade Perdida a 60-65°C	9.10	-	13.53	-	15.90	-	16.21	-	16.81	-	19.55	-	15.13	-	15.08	-
Umidade Perdida entre 65 e 110°C (%)	1.63	-	2.14	-	1.22	-	1.53	-	0.61	-	1.63	-	1.72	-	1.08	-
Umidade Total (%)	10.73	00.00	15.67	00.00	17.12	00.00	17.74	00.00	17.42	00.00	21.18	00.00	16.85	00.00	16.16	00.00
Inertes	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-
Matéria orgânica total (combustão) (%)	26.32	29.48	28.76	34.10	22.63	27.30	23.26	28.28	16.66	20.17	25.42	32.25	24.40	29.34	20.64	24.62
Matéria Orgânica compostável (%)	19.60	21.96	26.99	32.01	18.12	21.86	18.95	23.04	15.70	19.01	21.64	27.45	18.27	21.97	18.31	21.84
Matéria Org. resistente à compostagem (%)	6.72	7.53	1.77	2.10	4.51	5.44	4.31	5.24	0.96	1.16	3.78	4.80	6.13	7.37	2.33	2.78
Carbono total (orgânico e mineral) (%)	14.62	16.38	15.97	18.94	12.57	15.17	12.92	15.71	9.25	11.20	14.13	17.93	13.55	16.30	11.47	13.68
Carbono orgânico (%)	10.89	12.20	14.99	17.78	10.07	12.15	10.53	12.80	7.72	10.56	12.02	15.25	10.15	12.21	10.17	12.13
Resíduo Mineral Total (%)	62.95	70.52	55.57	65.90	60.25	72.70	59.00	71.72	65.92	79.83	53.40	67.75	58.75	70.66	63.20	75.38
Resíduo Mineral Insolúvel (%)	50.14	56.17	41.01	48.63	47.40	57.19	46.59	56.64	52.90	64.06	39.96	50.70	45.41	54.61	49.91	59.53
Resíduo Mineral Solúvel (%)	12.81	14.35	14.56	17.27	12.85	15.50	12.41	15.09	13.02	15.77	13.44	17.05	13.34	16.04	13.29	15.85
Nitrogênio Total (%)	0.32	0.36	0.54	0.64	0.47	0.57	0.58	0.71	0.47	0.57	0.79	1.00	0.47	0.57	0.53	0.63
Fósforo (P ₂ O ₅) total (%)	0.24	0.27	0.44	0.52	0.51	0.62	0.62	0.75	0.38	0.46	0.97	1.23	0.41	0.49	0.58	0.69
Potássio (K ₂ O) total (%)	0.23	0.26	0.42	0.50	0.37	0.45	0.75	0.91	0.39	0.47	1.04	1.32	0.25	0.30	0.25	0.30
Cálcio (Ca) total (%)	0.51	0.57	0.66	0.78	0.50	0.60	0.59	0.72	0.47	0.57	0.66	0.84	1.13	1.36	1.42	1.69
Magnésio (Mg) total (%)	1.54	1.73	2.20	2.61	1.23	1.48	1.33	1.62	0.95	1.15	1.48	1.88	1.37	1.65	0.93	1.11
Enxofre (S) total (%)	0.05	0.06	0.09	0.11	0.10	0.12	0.09	0.11	0.09	0.11	0.13	0.16	0.10	0.12	0.15	0.18
Relação C/N (C total e N total)	46/1	46/1	29/1	29/1	27/1	27/1	22/1	22/1	20/1	20/1	18/1	18/1	29/1	29/1	21/1	21/1
Relação C/N (C orgânico e N total)	34/1	34/1	28/1	28/1	21/1	21/1	18/1	18/1	19/1	19/1	15/1	15/1	21/1	21/1	19/1	19/1

U.N e B.S representam respectivamente umidade natural e base seca a 110° C.

Substratos	9		10		11		12		13		14		15	
Determinações	U.N	B.S (110°C)	U.N	B.S (110°C)	U.N	B.S (110°C)	U.N	B.S (110°C)	U.N	B.S (110°C)	U.N	B.S (110°C)	U.N	B.S (110°C)
pH em CaCl ₂ 0,01 M	7.0		7.2		7.2		8.0		7.8		7.7		7.7	
Densidade (g/cm ³)	0.76		0.77		0.77		0.56		0.65		0.58		0.65	
Umidade Perdida a 60-65°C	9.45		8.91		8.88		11.47		11.30		10.83		8.68	
Umidade Perdida entre 65 e 110°C (%)	1.29		1.38		1.03		1.25		1.70		1.62		1.58	
Umidade Total (%)	10.74	00.00	10.29	00.00	9.91	00.00	12.72	00.00	13.00	00.00	12.45	00.00	10.26	00.00
Inertes	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
Matéria orgânica total (combustão) (%)	21.74	24.36	20.27	22.60	21.50	23.87	21.36	24.47	24.26	27.89	27.12	30.98	23.34	26.01
Matéria Orgânica compostável (%)	19.53	21.88	14.74	16.43	19.66	21.82	19.09	21.87	23.90	27.47	26.43	30.19	22.16	24.69
Matéria Org. resistente à compostagem (%)	2.21	2.48	5.53	6.16	1.84	2.04	2.27	2.60	0.36	0.41	0.69	0.79	1.18	1.31
Carbono total (orgânico e mineral) (%)	12.08	13.53	11.26	12.55	11.94	13.25	11.87	13.60	13.48	15.49	15.07	17.21	12.97	14.45
Carbono orgânico (%)	10.85	12.16	8.19	9.13	10.92	12.12	10.61	12.16	13.28	15.26	14.68	16.77	12.31	13.42
Resíduo Mineral Total (%)	67.52	75.64	69.44	77.40	68.59	76.13	65.92	75.53	62.74	72.11	60.43	69.02	66.40	73.99
Resíduo Mineral Insolúvel (%)	52.36	58.66	54.07	60.27	52.17	57.91	51.36	58.88	48.49	55.74	43.71	49.93	50.37	56.13
Resíduo Mineral Solúvel (%)	15.16	16.98	15.37	17.13	16.42	18.23	14.53	16.65	14.25	16.38	16.72	19.10	16.03	17.86
Nitrogênio Total (%)	0.63	0.71	0.70	0.78	0.70	0.78	0.68	0.78	0.93	1.07	0.93	1.06	0.96	1.07
Fósforo (P ₂ O ₅) total (%)	0.65	0.73	0.69	0.77	0.74	0.82	0.82	0.94	0.95	1.09	0.97	1.11	1.00	1.11
Potássio (K ₂ O) total (%)	0.30	0.34	0.30	0.33	0.33	0.37	0.80	0.92	0.80	0.92	0.80	0.91	0.41	0.46
Cálcio (Ca) total (%)	2.03	2.27	2.22	2.47	2.53	2.81	1.00	1.15	2.08	2.39	2.34	2.67	2.39	2.66
Magnésio (Mg) total (%)	0.99	1.11	0.91	1.01	1.00	1.11	0.95	1.09	1.05	1.21	1.25	1.43	0.71	0.79
Enxofre (S) total (%)	0.18	0.20	0.19	0.21	0.18	0.20	0.15	0.17	0.20	0.23	0.22	0.25	0.22	0.25
Relação C/N (C total e N total)	19/1	19/1	16/1	16/1	17/1	17/1	17/1	17/1	15/1	15/1	16/1	16/1	14/1	14/1
Relação C/N (C orgânico e N total)	17/1	17/1	12/1	12/1	16/1	16/1	16/1	16/1	14/1	14/1	16/1	16/1	13/1	13/1

U.N e B.S representam respectivamente umidade natural e base seca a 110° C.

3.4.2 Desenvolvimento das mudas

Para acompanhar o desenvolvimento das mudas das três espécies estudadas, foram avaliadas as seguintes características:

Altura da parte aérea (H) (distância da superfície do substrato à folha mais alta);

Diâmetro do colo (D) (medido a 3 cm da superfície do substrato);

Número de folhas (NF);

Matéria seca da parte aérea (MSPA);

Matéria seca do sistema radicular (MSR).

As avaliações de altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas foram efetuadas aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) para o ipê-roxo e jequitibá, e aos 20, 35, 50 e 65 dias após a semeadura para o guapuruvu. As mudas foram avaliadas até atingirem condições adequadas para expedição ao campo. Nas avaliações, foram medidos o diâmetro do coleto (D), com paquímetro digital, e a altura da parte aérea (H) com régua graduada em centímetros.

Ao final do experimento, as plantas foram separadas em raiz e parte aérea. Após a lavagem com água destilada, as partes foram secas em estufa com circulação forçada de ar, a uma temperatura de 65°C, até a massa constante. Com os dados obtidos foram calculados a matéria seca da parte aérea (MSPA), a matéria seca do sistema radicular (MSR), e os diferentes índices de qualidade de mudas, quais sejam massa seca total (MSPA+MSR), a relação da altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/D), a relação da altura da parte aérea/ matéria seca da parte aérea (H/MSPA), a relação entre matéria seca da parte aérea/ matéria seca das raízes (MSPA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IDQ), (DICKSON et al., 1960):

$$IDQ = \frac{MST}{H/DC + MSPA/MSR}$$

Onde:

MST = Matéria seca total (g)

H = Altura da parte aérea (cm)

D = Diâmetro do coleto (mm)

MSR = Matéria seca de raiz (g)

MSPA = Matéria seca da parte aérea (g)

3.5. Delineamento Experimental

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, com 30 tratamentos num esquema fatorial 15 x 2 (15 substratos e 2 níveis de irrigação) em 2 repetições. Para cada espécie foi considerado um ensaio individual.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 *Tabebuia heptaphylla* (Vellozo) Toledo (ipê-roxo)

4.1.1 Crescimento em altura, diâmetro, número de folhas e matéria seca

Nas Tabelas 5, 6 e 7 e Figuras 1, 2 e 3 são apresentados, respectivamente, os resultados da análise estatística dos valores da altura da parte aérea (H), diâmetro do colo e número de folhas (NF). A análise estatística dos parâmetros H, D e NF demonstraram, através do teste F, que os substratos tiveram efeitos significativos no desenvolvimento de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol.

Constatou-se que os substratos 2 e 3 proporcionaram maiores valores de altura da parte aérea (Tabela 5 e Figura 1). Para o diâmetro do colo os substratos 1, 2 e 3 foram os que proporcionaram os maiores valores, dos 90 aos 150 d.a.s (Tabela 6 e Figura 2). Para o número de folhas, quando considerou todos os períodos avaliados os substratos 2 e 3 propiciaram os maiores valores (Tabela 7 e Figura 3). Constatou-se que os substratos 2 e 3 proporcionaram maiores valores de altura da parte aérea (Tabela 4 e Figura 1). Para o diâmetro do colo os substratos 1, 2 e 3 foram os que proporcionaram os maiores valores dos 90 aos 150 d.a.s (Tabela 6 e Figura 2). Para o número de folhas, quando considerou todos os períodos avaliados os substratos 2 e 3 propiciaram os maiores valores (Tabela 7 e Figura 3). Talvez pelo fato de serem os substratos com

menores valores de densidade (Tabela 4). A densidade em função da granulometria e o arranjo das partículas nos substratos 1, 2 e 3 pode ter proporcionado maior porosidade, favorecendo um maior armazenamento de água pelo substrato e sua conseqüente disponibilidade à planta. Nas propriedades físicas do solo os benefícios do composto orgânico, citados por KIEHL (1985), como redução da densidade aparente, maior retenção de água e maior estabilidade de agregados, são todos fatores importantes para a melhoria das condições dos solos agricultáveis, podendo ainda reverter a condições dos solos pobres, tornando economicamente viáveis.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para altura da parte aérea (H, cm) de plantas de *Tabebuia heptaphylla*, obtidas aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) nos diferentes substratos.

Substratos (S)	Períodos avaliados (d.a.s)					
	75	90	105	120	135	150
1	6,41 b	6,98 c	7,60 c	9,10 c	11,09 c	12,90 c
2	7,83 a	9,21 a	12,45 a	15,02 a	16,62 a	18,81 a
3	8,62 a	10,24 a	13,24 a	15,32 a	16,42 a	17,66 a
4	6,45 b	8,02 b	11,31 b	12,70 b	13,69 b	14,66 b
5	5,93 c	7,23 c	9,71 b	11,81 b	11,65 b	13,83 b
6	5,13 c	6,17 c	9,74 b	10,17 c	13,02 b	12,59 c
7	4,42 c	5,17 c	5,92 c	7,60 d	12,00 c	12,00 c
8	4,63 c	4,94 d	5,93 c	6,50 d	9,51 d	9,92 d
9	4,66 c	4,98 d	5,95 c	6,56 d	9,16 d	9,35 d
10	5,19 c	5,87 d	6,89 c	7,65 d	10,60 c	11,50 c
11	5,15 c	6,13 c	6,80 c	7,62 d	8,39 d	9,12 d
12	5,44 c	6,59 c	10,02 b	11,31 b	12,07 c	13,50 b
13	5,77 c	6,60 c	9,66 b	10,21 c	11,37 c	11,94 c
14	6,57 b	7,23 d	10,71 b	11,71 b	12,56 b	14,59 b
15	4,89 c	5,68 d	7,33 c	7,89 d	9,29 d	10,25 d
Teste F	8,17 **	16,54 **	17,21 **	16,02 **	12,29 **	11,09 **
Níveis de Irrigação (I)	Períodos avaliados (d.a.s)					
	75	90	105	120	135	150
1	5,60 a	6,67 a	8,94 a	9,90 a	11,14 b	12,07 b
2	6,02 a	6,80 a	8,79 a	10,26 a	12,17 a	13,52 a
Teste F	3,78 ^{NS}	0,49 ^{NS}	0,24 ^{NS}	0,93 ^{NS}	7,32 *	10,72 **
SxI	1,13 ^{NS}	3,95 **	0,75 ^{NS}	0,58 ^{NS}	0,73 ^{NS}	1,02 ^{NS}
CV	14,49	11,03	13,36	14,21	12,70	13,44

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, *, **, CV e Sx I representam respectivamente: não significativo a 5 % de probabilidade, significativo a 1% e a 5%, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

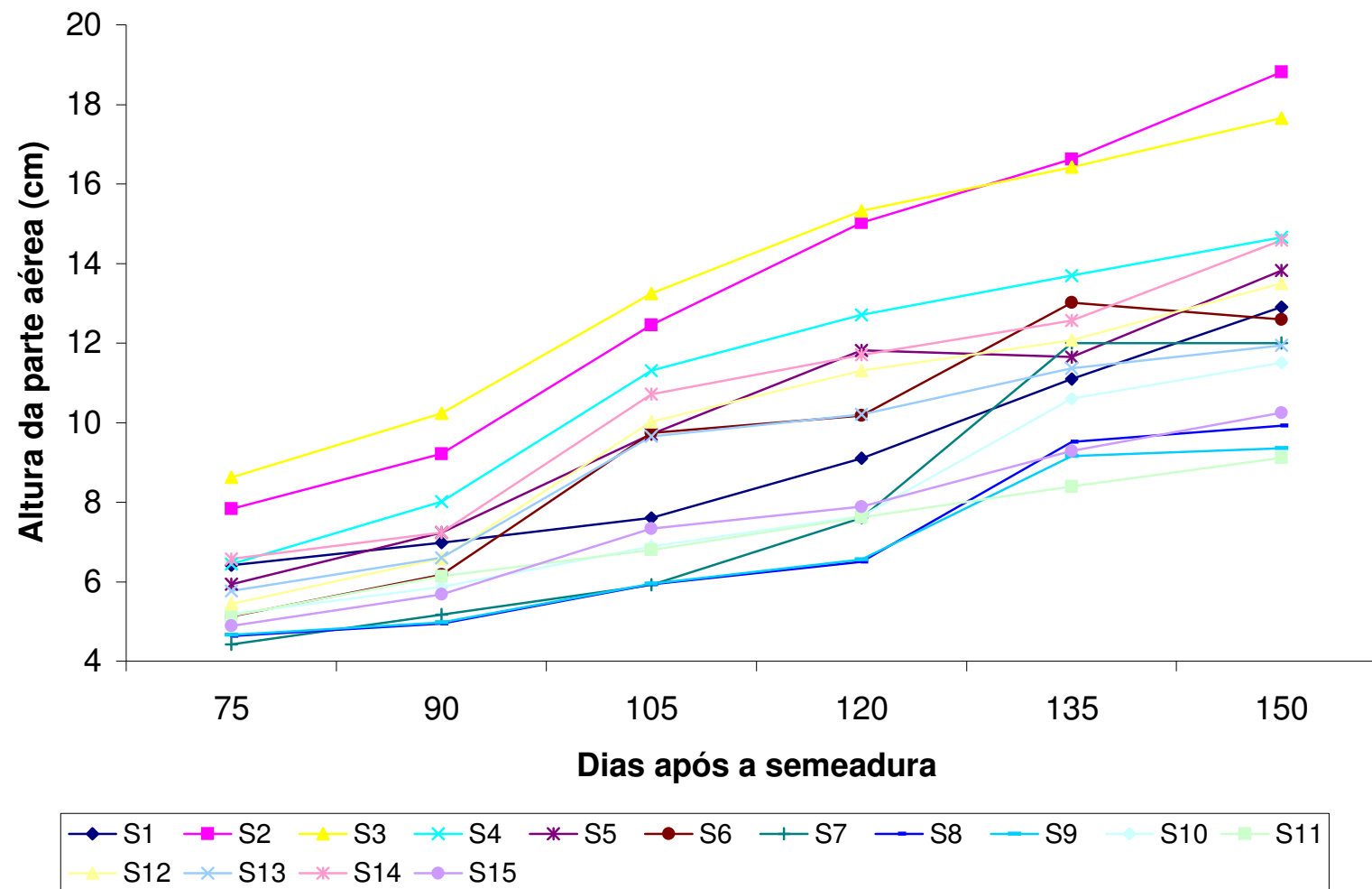


Figura 1. Valores médios da altura da parte aérea (H, em cm) das plantas de *T.heptaphylla* aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) nos diferentes substratos.

Tabela 6. Resumo da análise de variância para diâmetro do colo (D, mm) de plantas de *Tabebuia heptaphylla* obtidas aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) nos diferentes substratos.

Substratos (S)	Períodos avaliados (d.a.s)					
	75	90	105	120	135	150
1	1,51 a	1,76 a	1,94 a	2,09 a	2,12 a	2,19 a
2	1,38 a	1,68 a	1,88 a	2,06 a	2,16 a	2,32 a
3	1,48 a	1,72 a	2,02 a	2,07 a	2,34 a	2,36 a
4	1,28 b	1,39 b	1,58 b	1,65 b	1,78 b	1,89 b
5	1,18 b	1,35 b	1,57 b	1,65 b	1,84 b	1,98 b
6	1,14 b	1,26 b	1,50 b	1,56 b	1,70 b	1,98 b
7	1,33 a	1,44 b	1,59 b	1,69 b	1,77 b	1,76 b
8	1,34 a	1,50 b	1,70 b	1,79 b	1,84 b	1,94 b
9	1,20 b	1,45 b	1,59 b	1,71 b	1,80 b	1,87 b
10	1,20 b	1,53 b	1,69 b	1,76 b	1,84 b	1,91 b
11	1,11 b	1,34 b	1,52 b	1,61 b	1,70 b	1,91 b
12	1,12 b	1,31 b	1,51 b	1,64 b	1,74 b	1,79 b
13	1,17 b	1,38 b	1,60 b	1,65 b	1,70 b	1,80 b
14	1,28 b	1,48 b	1,75 b	1,81 b	1,85 b	1,91 b
15	1,23 b	1,47 b	1,61 b	1,67 b	1,73 b	1,82 b
Teste F	3,64 **	3,35 *	3,95 **	4,30 **	4,84 **	5,30 **
Níveis de Irrigação (I)	Períodos avaliados (d.a.s)					
	75	90	105	120	135	150
1	1,20 b	1,44 a	1,64 a	1,72 b	1,82 a	1,94 a
2	1,33 a	1,49 a	1,70 a	1,81 a	1,90 a	1,96 a
Teste F	13,11 *	1,24 ^{NS}	2,29 ^{NS}	4,55 *	3,20 ^{NS}	0,43 ^{NS}
S x I	1,29 ^{NS}	0,76 ^{NS}	0,85 ^{NS}	0,69 ^{NS}	0,97 ^{NS}	1,02 ^{NS}
CV	10,31	11,02	9,75	9,47	9,38	8,36

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, *, **, CV e S x I representam respectivamente: não significativo a 5 % de probabilidade, significativo a 1% e a 5%, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

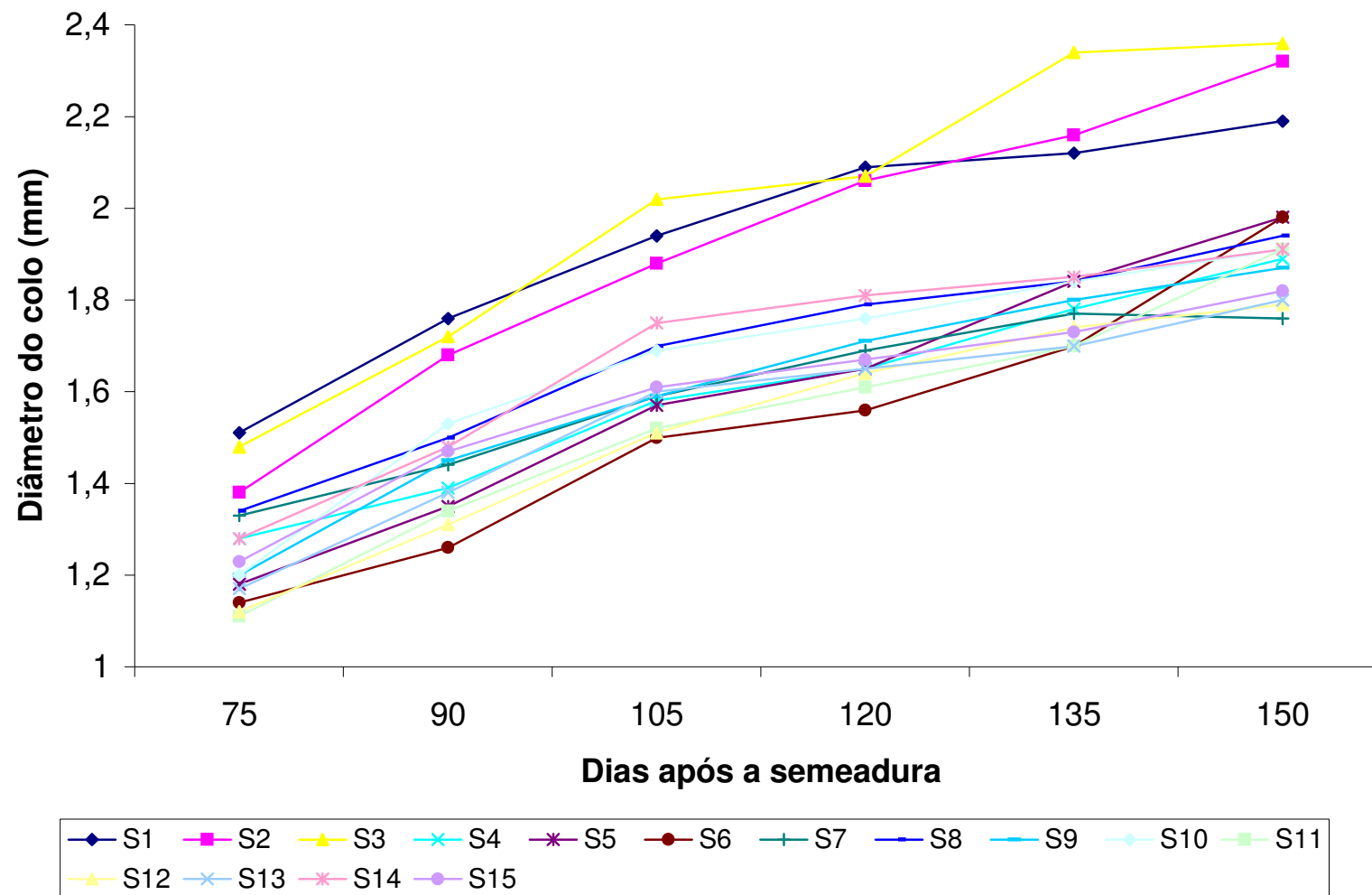


Figura 2. Valores médios do diâmetro do colo (D, em mm) das plantas de *T. heptaphylla* aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) nos diferentes substratos.

Tabela 7. Resumo da análise de variância para número de folhas de plantas de *Tabebuia heptaphylla*, obtidas aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) nos diferentes substratos.

Substratos (S)	Períodos avaliados (d.a.s)					
	75	90	105	120	135	150
1	9,30 b	11,22 b	12,05 c	14,87 c	16,22 b	19,12 b
2	10,20 a	13,75 a	17,00 a	19,95 a	23,22 a	24,50 a
3	11,70 a	13,50 a	19,37 a	20,70 a	22,10 a	22,65 a
4	10,45 a	13,55 a	15,25 b	17,82 b	21,62 a	22,07 a
5	8,95 b	12,05 a	13,80 b	16,07 b	18,05 b	18,50 b
6	9,40 b	11,75 a	15,30 b	16,70 b	17,15 b	17,85 b
7	6,80 c	8,40 a	9,65 c	13,85 c	17,25 b	18,20 b
8	7,65 c	9,45 b	11,05 c	14,70 c	17,65 b	20,85 a
9	5,65 c	7,80 b	9,80 c	11,60 c	16,45 b	17,20 b
10	7,00 c	8,55 b	12,05 c	16,75 c	16,85 b	19,05 b
11	5,80 c	8,30 b	9,45 c	10,55 c	12,12 c	13,45 b
12	7,20 c	10,,55 b	14,10 b	16,45 b	18,20 b	19,70 b
13	8,85 b	11,75 a	15,90 b	17,35 b	19,12 b	19,67 b
14	8,70 b	12,35 a	15,62 b	17,05 b	18,80 b	21,35 a
15	8,35 b	9,67 b	12,27 c	13,40 c	16,70 b	18,07 b
Teste F	6,19 **	7,84 **	9,39 **	6,20 **	3,22 *	3,48 **
Níveis de Irrigação	Períodos avaliados (d.a.s)					
	75	90	105	120	135	150
1	8,15 a	10,55 a	13,54 a	15,10 a	17,27 b	18,38 b
2	8,57 a	11,14 a	13,48 a	16,00 a	18,94 a	20,58 a
Teste F	1,49 ^{NS}	2,47 ^{NS}	0,01 ^{NS}	2,27 ^{NS}	7,02 *	9,16 **
S x I	2,73 **	1,49 ^{NS}	0,61 ^{NS}	0,62 ^{NS}	1,19 ^{NS}	1,28 ^{NS}
CV	16,21	13,49	14,17	14,81	13,48	14,45

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, *, **, CV e S x I representam respectivamente: não significativo a 5 % de probabilidade, significativo a 1% e a 5%, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

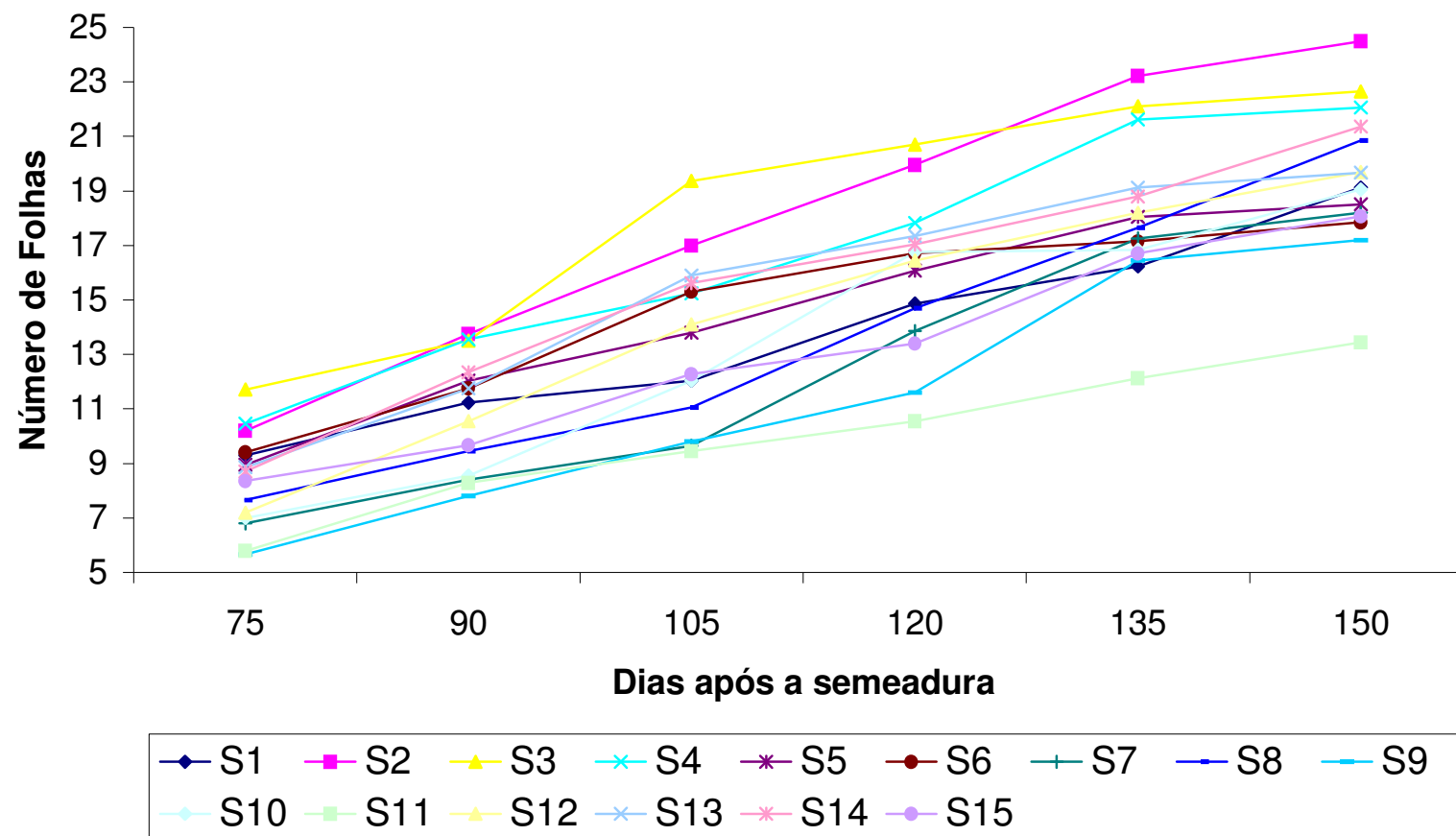


Figura 3. Valores médios do número de folhas das plantas de *T. heptaphylla* aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) nos diferentes substratos.

O pH com valores 4,8, 6,2 e 6,9 respectivamente para os tratamentos 1, 2 e 3 (Tabela 4), em conjunto com a irrigação, além do provável efeito da densidade do substrato na quantidade de água disponível, podem ter proporcionado maior disponibilidade de nutrientes e desenvolvimento das plantas de *Tabebuia heptaphylla*. Valores de pH em CaCl_2 superiores a 6,0, a acidez é classificada como muito baixa (RAIJ, 1991).

Verificou-se que os maiores valores de pH (Tabela 4) ocorreram nos substratos cujas composições continham esterco ou composto de lixo. O aumento dos valores de pH em solos ácidos, quando submetidos à aplicação de composto de lixo pode ser atribuído à aplicação de humatos alcalinos (KIEHL, 1985), produção de hidroxilas (OH^-), quando o oxigênio da solução do solo atua como receptor de elétrons provenientes da oxidação microbiana do carbono (MATTIAZZO - PREZOTTO, 1992), capacidade de consumo de prótons (H^+) (WONG et al., 1998) e complexação do H^+ e Al^{3+} pela carga orgânica do composto (OLIVEIRA, 2000), ou ainda, indiretamente ao aumento nos teores de cátions trocáveis do solo Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ (MANSUR et al., 1983). Embora esses mecanismos devam atuar simultaneamente para o aumento do pH no solo, parece que o principal deles é a troca de H^+ entre o sistema tampão do solo e da matéria orgânica do composto (WONG et al, 1998; OLIVEIRA, 2000). Os relatos anteriores permitem supor que os mecanismos descritos também ocorreram nos substratos em cuja composição havia composto orgânico.

No presente trabalho, este aumento parece não ter auxiliado o desenvolvimento das plantas, pois pode ser que o pH tenha indisponibilizado nutrientes para as plantas, concordando com FACHINI (2002), onde o pH do substrato de composto de lixo foi de 7,8, sendo 2,5 pontos maior do que o substrato de casca de pinus puro, podendo este pH indisponibilizar nutrientes para as plantas, tornando o substrato pouco adequado para o seu desenvolvimento. Segundo HANDRECK & BLACK (1999), o efeito do pH sobre a disponibilidade de nutrientes em meio altamente orgânico, 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. O que provavelmente ocorreu nos substratos 1, 2 e 3 do presente trabalho.

Há de se considerar a relação carbono/nitrogênio (C/N), pois caso o substrato possua baixa concentração de N, irá ocorrer uma competição entre as mudas e os microorganismos que necessitam do N para seu metabolismo.

Geralmente, os materiais orgânicos ainda não decompostos são também ricos em C (MAY, 1984), o que acarreta uma relação C/N elevada, propiciando uma imobilização do N pelos microorganismos, causando deficiência desse elemento para as mudas. Neste caso, uma adição suplementar de fontes nitrogenadas torna-se necessária, quando a relação C/N for superior a 30/1. Entretanto, quando os valores estiverem na faixa de 15 a 20/1, há liberação do N e este elemento torna-se disponível para as mudas, como uma consequência das atividades microbianas. Para valores de 20 a 30/1, a taxa de imobilização equipara-se à de decomposição.

Foi observado, para *Tabebuia heptaphylla*, em alguns tratamentos estudados, o amarelecimento das folhas no início do desenvolvimento. Este amarelecimento pode ter comprometido o desenvolvimento das mudas, isto provavelmente pode ter sido causado pela deficiência de nutrientes e drenagem. Talvez a alta relação C/N pode ter causado a imobilização do nitrogênio, levando a deficiência deste elemento no solo.

O amarelecimento das folhas e os menores valores das variáveis estudadas para *Tabebuia heptaphylla* pode estar relacionado às altas doses de lixo aplicadas, assim como as baixas adições de plantmax[®] ou esterco. Isto ficou caracterizado quando se aplicou o substrato 11, constituído de 75% de composto de lixo, 15% de vermiculita e 10% de terra (Tabela 2). FACHINI (2002) mostrou que acima de 40% em volume, quanto maior a quantidade de lixo utilizada na mistura do substrato, menor foi o desenvolvimento da planta e estas apresentavam inicialmente uma coloração amarela que após algum tempo desapareceu, concordando com STRINGUETA et al. (1996), que obtiveram aumento de altura das plantas de crisântemo à medida que a concentração de composto de lixo aumentou até o limite de 45,76%, e em concentrações maiores ocorreu uma redução do crescimento em altura das plantas. O substrato que apresentava 100% de composto de lixo orgânico foi o que proporcionou a menor taxa de desenvolvimento das plantas. Como observado por AYUSO et al. (1996), o composto de lixo é bastante rico em nutrientes para as plantas, impossibilitando o seu

uso puro como substrato, pois certamente irá causar fitotoxicidade e comprometer o seu desenvolvimento.

Como reconhecido por CARVALHO (1994), *T. impetiginosa* ocorre naturalmente em solos arenosos e úmidos, bem drenados e com textura franca à argilosa. Nesta pesquisa, pode-se supor que a espécie estudada não teve boas condições de drenagem para manifestar bons níveis de crescimento. Isso se justifica uma vez que houve diferença significativa entre os níveis de irrigação utilizados para a altura da parte aérea aos 135 e 150 d.a.s (Tabela 4 e Figura 4), para o diâmetro do colo aos 75 e 120 d.a.s (Tabela 6 e Figura 5) e para o número de folhas aos 135 e 150 d.a.s (Tabela 6 e Figura 6).

Houve variação entre os níveis de irrigação com as variáveis e os períodos avaliados (Tabelas 5, 6 e 7). Portanto para esta espécie, a necessidade de água foi variável com o estágio de desenvolvimento da planta. Esta constatação é concordante com LIMA (1993) que concluiu que na formação de mudas cítricas a necessidade de água é variável, estando extremamente relacionada aos estádios de desenvolvimento da planta. Pôde-se verificar ainda, que as plantas dos tratamentos do nível de irrigação 150 % ET destacaram-se em relação às do nível 100% ET. O melhor desempenho das plantas no nível de irrigação 150% de ET concorda com LOURES et al. (1998), que avaliaram o cultivo de tomateiro em substratos sobre ambiente protegido.

Ainda com relação aos resultados da análise estatística, pôde-se verificar que houve interação entre o substrato-irrigação somente para a altura da parte aérea aos 90 d.a.s e para o número de folhas aos 75 d.a.s (Tabela 8). Para a altura da parte aérea, houve destaque do substrato 3, onde pode-se verificar que apesar de ter ocorrido interação entre irrigação-substrato, os valores médios foram altos, podendo inferir que os fatores substrato e irrigação não agiram conjuntamente sobre o desenvolvimento das plantas para a maioria das características estudadas. Quanto ao coeficiente de variação (CV) (Tabelas 5, 6 e 7), estes apresentaram valores baixos para os tratamentos estudados, evidenciando a confiabilidade dos dados.

Tabela 8. Desdobramento da interação entre substrato-irrigação para as características altura da parte aérea (cm) aos 90 d.a.s e número de folhas aos 75 d.a.s.

Substratos	Altura da parte aérea 90 d.a.s		Número de folhas 75 d.a.s	
	I1	I2	I1	I2
1	7,55 c A	6,41 b A	9,3 a A	9,30 a A
2	10,07 b A	8,36 a B	9,9 a A	9,30 a A
3	11,72 a A	8,76 a B	12,8 a A	10,60 a A
4	7,87 c A	8,18 a A	9,1 a A	11,80 a A
5	7,35 c A	7,12 a A	10,40 a A	7,50 b B
6	6,12 d A	6,22 b A	10,70 a A	8,10 b A
7	5,95 d A	4,39 c B	8,0 a A	5,60 b A
8	5,01 d A	4,88 c A	6,6 b A	8,70 a A
9	4,53 d A	5,43 c A	4,20 b B	7,10 b A
10	5,16 d A	6,58 b A	7,0 b A	7,0 b A
11	5,09 d B	7,18 a A	5,20 b A	6,40 b A
12	5,56 d B	7,62 a A	6,20 b A	8,20 b A
13	6,17 d A	7,03 a A	6,80 b B	10,90 a A
14	6,37 d B	8,09 a A	8,70 a A	8,70 a A
15	5,54 d A	5,83 b A	7,30 b A	9,40 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula (na coluna) e maiúscula (na linha) não diferem entre si pelo Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

I1 e I2 representam, respectivamente: 100 e 150% ET.

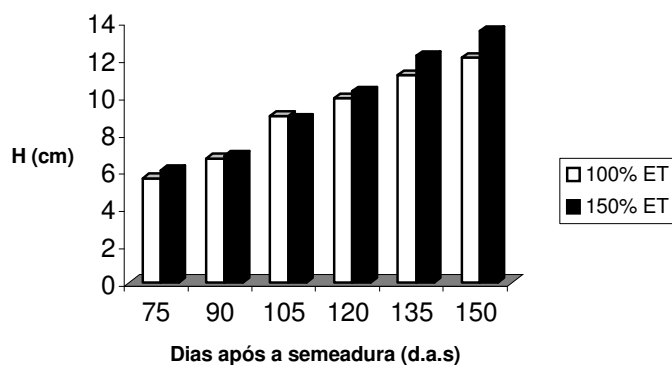


Figura 4. Valores médios da altura da parte aérea (H, cm) aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) para os níveis de irrigação 100 e 150% ET.

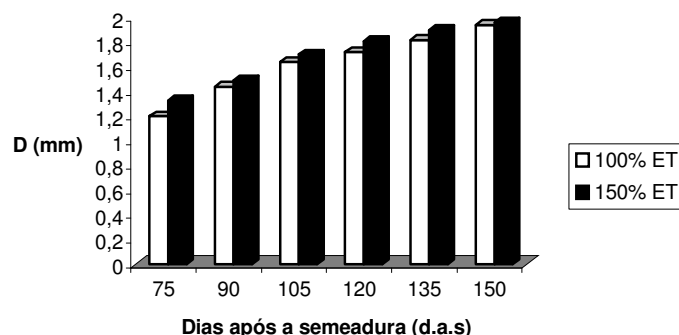


Figura 5. Valores médios do diâmetro do colo (D, mm) aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) para os níveis de irrigação 100 e 150% ET.

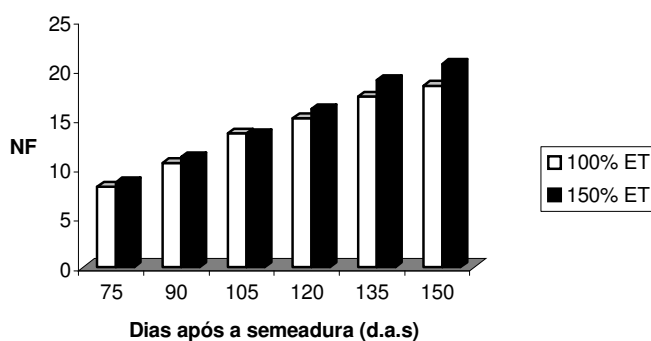


Figura 6. Valores médios do número de folhas (NF) das plantas aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) para os níveis de irrigação 100 e 150% ET.

Os dados relativos à matéria seca da raiz e parte aérea são apresentados na Tabela 9 e Figura 7. Observando-se os dados verificou-se que houve diferença significativa entre os substratos estudados pelo teste de Scott Knott, pois as plantas do tratamento 1, 2 e 3 (Tabela 2) apresentaram maiores valores para a matéria seca da raiz. Já para matéria seca da parte aérea os substratos 2 e 3 foram os que apresentaram maiores valores médios. Estes substratos propiciaram o melhor desenvolvimento da raiz e parte aérea porque forneceram um ambiente adequado. Este fato provavelmente é devido à adequada relação entre ar, água e fornecimento de nutrientes, já que naqueles contendo composto de lixo, a liberação de nutrientes é mais lenta.

Várias pesquisas demonstram que a incorporação de matéria orgânica ao solo promove melhoria nas suas propriedades físicas repercutindo favoravelmente na produtividade agrícola (BERTON et al., 1989; GALBIATTI, 1992; NUVOLARI et al., 1996). O efeito físico causado pela matéria orgânica no solo é muito importante para o desenvolvimento dos vegetais; segundo HENIN et al. (1976), esta melhoria está relacionada, também, com o regime de água, pois melhorando a capacidade de infiltração, acelera o processo dinâmico da água no solo. Seu efeito na melhoria da estrutura do solo constitui um fator positivo para o desenvolvimento das raízes. Isso ficou evidente para *Tabebuia heptaphylla*, onde, os substratos 2 e 3 proporcionaram valores elevados para matéria seca, sendo que estes apresentam esterco em sua constituição. Porém, o que pode ter influenciado nos menores valores de matéria seca, ao utilizar composto de lixo no substrato, pode ter sido o pH com valores elevados (Tabela 4). Confirmando, assim, um dos efeitos da adição de compostos orgânicos, a elevação do pH no solo, fato também observado por HERNANDO et al. (1989), RAIJ, (1991), COKER & MATHEWS (1983).

Verificou-se ainda, que houve diferença estatística entre os níveis de irrigação utilizados para a matéria seca da parte aérea (Tabela 9).

Tabela 9. Resumo da análise de variância para matéria seca da raiz e parte aérea após 150 dias após a semeadura (d.a.s) nos 15 tratamentos utilizados para a espécie ipê.

Substratos (S)	Matéria Seca Raiz	Matéria Seca Parte Aérea
1	0,67 a	0,67 c
2	0,92 a	1,41 a
3	0,42 a	1,74 a
4	0,31 b	0,62 c
5	0,21 b	0,77 c
6	0,52 b	0,79 c
7	0,45 b	0,37 c
8	0,54 a	0,38 c
9	0,50 b	0,53 c
10	0,41 b	0,49 c
11	0,46 b	0,31 c
12	0,38 b	0,75 c
13	0,53 b	0,54 c
14	0,48 b	0,54 c
15	0,44 b	0,54 c
Teste F	4,41 **	2,85 **
Níveis de Irrigação (I)		
I	0,50 a	0,64 b
II	0,55 a	0,72 a
Teste F	1,89 ^{NS}	9,96 **
SxI	0,79 ^{NS}	1,75 ^{NS}
CV	30,50	62,23

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, *, **, CV e Sx I representam respectivamente: não significativo a 5 % de probabilidade, significativo a 1% e a 5%, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

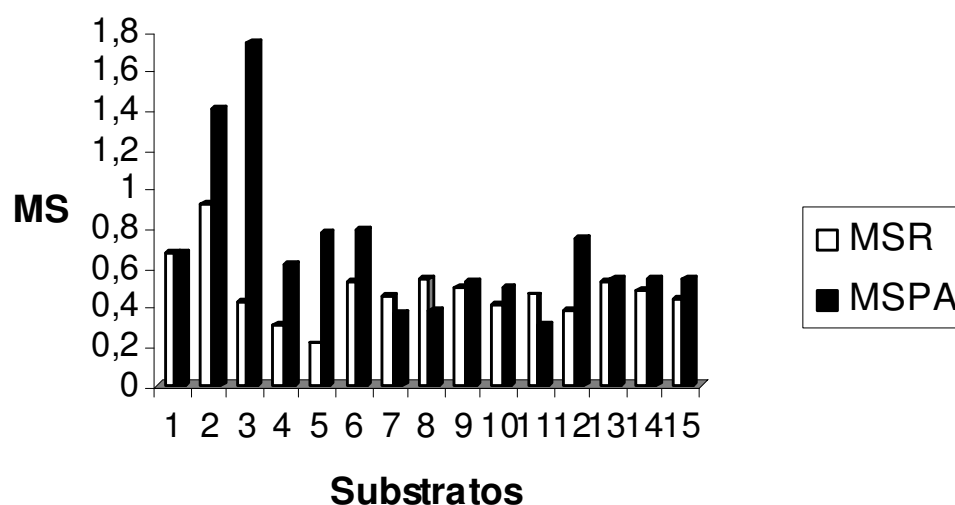


Figura 7. Valores médios de matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas em gramas (g) nos diferentes substratos.

4.1.2 Índices de qualidade de mudas

Algumas relações entre parâmetros morfológicos usados para avaliar a qualidade de mudas de espécies arbóreas estão apresentadas na Tabela 10. Dentre estas, estão a relação altura da parte aérea combinada com o respectivo diâmetro do colo (H/D), que se constitui num dos mais importantes atributos morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio no campo (CARNEIRO, 1985). Através dos resultados, observou-se que estes valores foram favoráveis para o estabelecimento das mudas após o plantio. Para *Pinus taeda*, CARNEIRO (1976) preconiza que valores variando de 5,4 a 8,1 são os ideais para a relação H/D. No presente trabalho, pode-se verificar que todos os valores estão nesta faixa, e apresentaram menores valores os substratos 8, 9 e 15. Segundo CARNEIRO (1985), quanto menor for este valor, maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem.

O índice obtido pela divisão da altura da parte aérea com a matéria seca da parte aérea pode ser de grande valia se utilizado para predizer o potencial de sobrevivência das mudas no campo, apesar de não ser comumente usado como um índice para avaliar o padrão de qualidade de mudas. Quanto menor for este índice, mais lignificada

será a muda e maior deverá ser a capacidade de sobrevivência da muda no campo (GOMES, 2001). Pode-se verificar que houve variação desses valores nos substratos estudados, e que proporcionaram menores valores os substratos 1, 2, 4, 5, 10, 12 e 15, levando a terem expectativa de maior sobrevivência para esses substratos.

A relação entre a matéria seca da parte aérea pela matéria seca da raiz é considerada como índice eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade de mudas (PARVIAINEN, 1981), propondo-se que 2,0 seria a melhor relação entre estes atributos (BRISSETE, 1984), sem, no entanto, definir a espécie. No presente estudo, houve grande variação desses valores (0,92 a 2,42), no entanto apresentou valor superior a 2,0 somente para o substrato 4.

Estabelecendo como valor mínimo de IDQ de 0,20 recomendado por HUNT (1990), observa-se que as mudas de ipê apenas atingiram esse valor nos substratos 1 e 2, indicando que apresentam qualidade para serem plantadas no campo.

Pode-se verificar através dos resultados da Tabela 11, que houve interação significativa entre substrato-irrigação somente para as relações altura da parte aérea/ diâmetro do colo e matéria seca da parte aérea/ matéria seca da raiz. Podendo inferir que os fatores substrato-irrigação agiram conjuntamente sobre o desenvolvimento das plantas para essas relações estudadas.

Tabela 10: Resumo da análise de variância para as relações altura/diâmetro do colo (H/D), altura/ matéria seca da parte aérea (H/MSPA), matéria seca da parte aérea/ matéria seca de raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IDQ) para mudas de ipê roxo em resposta a diferentes substratos e níveis de irrigação (100% ET e 150% ET) aos 150 d.a.s.

Substratos (S)	H/D	MSR+MSPA	H/MSPA	MSPA/MSR	IDQ
1	6,45 b	1,58 a	18,82 b	1,18 c	0,21 a
2	8,06 a	1,94 a	18,97 b	1,12 c	0,21 a
3	7,30 a	1,30 b	33,35 a	0,92 c	0,16 b
4	7,77 a	1,05 b	20,80 b	2,42 a	0,11 b
5	6,79 b	1,19 b	17,22 b	1,72 b	0,14 b
6	6,49 b	10,2 b	25,42 a	1,17 c	0,13 b
7	6,11 c	1,02 b	26,40 a	0,80 c	0,15 b
8	4,87 d	0,84 b	30,20 a	0,70 c	0,15 b
9	5,17 d	0,99 b	20,12 b	1,17 c	0,16 b
10	5,95 c	0,94 b	22,85 b	1,05 c	0,14 b
11	5,81 c	0,78 b	29,92 a	1,02 c	0,12 b
12	7,52 a	1,30 b	18,35 b	1,80 b	0,14 b
13	6,63 b	1,02 b	30,62 a	1,05 c	0,13 b
14	7,34 a	0,94 b	32,25 a	1,22 c	0,11 b
15	5,36 d	0,92 b	22,40 b	1,17 c	0,14 b
Teste F	12,33 **	3,77 **	1,54 ^{NS}	4,33 **	2,87 **
Níveis de Irrigação (I)	H/D	MSR+MSPA	H/MSPA	MSPA/MSR	IDQ
1	6,83 a	1,01 b	27,70 a	1,12 a	1,14 a
2	6,22 b	1,25 a	21,20 b	1,35 a	0,15 a
Teste F	14,97 **	7,10 *	8,71 **	4,36 ^{NS}	0,94 ^{NS}
S x I	2,24 **	0,73 ^{NS}	1,65 ^{NS}	2,09 *	0,94 ^{NS}
CV	9,40	30,92	34,90	34,95	28,98

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, *, **, CV e S x I representam respectivamente: não significativo a 5 % de probabilidade, significativo a 1% e a 5%, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

Tabela 11: Desdobramento da Interação entre substrato-irrigação para altura da parte aérea/ diâmetro do colo e matéria seca da parte aérea/ matéria seca da raiz para a espécie ipê.

Substratos	H/D		MSPA/MSR	
	I 1	I 2	I 1	I 2
1	4,46 c A	7,40 a B	1,41 b A	0,88 b A
2	8,04 a A	8,10 a A	1,26 b A	1,08 b A
3	6,96 b A	8,08 a A	1,01 b A	0,95 b A
4	8,36 a A	7,20 a A	2,66 a A	1,61 a A
5	6,75 b A	7,15 a A	1,66 a A	2,18 a B
6	6,45 b A	7,00 a A	1,25 b A	1,72 a A
7	6,49 b A	5,86 b A	0,70 b A	1,04 b A
8	4,70 c A	5,54 b A	0,46 b A	0,94 b A
9	4,74 c A	5,16 b A	0,75 b A	1,50 a A
10	5,85 c B	6,26 b A	1,15 b A	1,23 b A
11	4,25 c A	5,78 b A	0,72 b A	0,65 b A
12	7,46 a A	8,06 a A	2,01 a A	2,13 a A
13	6,19 b A	6,99 a A	0,50 b A	1,82 a B
14	7,40 a A	7,85 a A	0,90 b A	1,25 b A
15	5,18 c A	6,00 b A	0,69 b B	1,99 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula (na coluna) e maiúscula (na linha) não diferem entre si pelo Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

I1 e I2 representam, respectivamente: 100 e 150% ET.

4.2 *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (jequitibá)

4.2.1 Crescimento em altura, diâmetro, número de folhas e matéria seca

Para a altura da parte aérea, diâmetro do colo e número de folhas (Tabelas 12 e 13 e 14 e Figuras 8, 9 e 10), foram verificadas diferenças estatísticas entre substratos para a maioria dos períodos avaliados. Não houve diferença somente para a altura da parte aérea aos 150 d.a.s., diâmetro do colo aos 120 d.a.s. e número de folhas aos 75, 105, 120, 135 e 150 d.a.s.

Os substratos que proporcionaram os maiores valores médios de altura da parte aérea nos períodos que diferiram estatisticamente, foram o 2 e o 3 dos 75 d.a.s. aos 120 d.a.s., o 2, 3 e 4 aos 135 d.a.s (Tabela 12 e Figura 8).

Para o diâmetro do colo pode-se verificar que houve grande variação dos valores médios com os períodos avaliados (Tabela 13 e Figura 9). Aos 75 d.a.s os substratos que promoveram maiores valores médios foram o 2 e o 3. Aos 105 d.a.s o 1, 2, 3 e 4. Aos 135 d.a.s o 1, 3, 10, 11 e o 15 e aos 150 d.a.s o 1, 2, 3, 10 e 15. Para o número de

folhas houve diferenças estatísticas somente aos 90 d.a.s com os maiores valores sendo proporcionados pelos substratos 1, 2, 3, 4 e 14. (Tabela 14 e Figura 10).

O pH com valores 6,2 e 6,9 respectivamente para os tratamentos 2 e 3 (Tabela 4), em conjunto com a irrigação, além do provável efeito da densidade do substrato na quantidade de água disponível, podem ter proporcionado maior disponibilidade de nutrientes e desenvolvimento das plantas de jequitibá.

Dentre os principais efeitos da aplicação de composto de lixo sobre os atributos químicos dos solos ácidos, destacam-se a elevação do pH, a neutralização da acidez trocável, a redução da acidez potencial, o aumento da disponibilidade de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e o aumento da capacidade de troca catiônica (KIEHL, 1985; OLIVEIRA, 2000). WONG et al. (1998) mostraram que o aumento do pH de solos tropicais ácidos tratados com compostos de lixo é diretamente proporcional à capacidade de consumo de prótons e a soma de bases trocáveis do material orgânico. Esse efeito está associado também à qualidade e quantidade da matéria orgânica adicionada aos solos pelo composto de lixo (OLIVEIRA, 2000).

CANELLAS et al. (2001) assinalaram que a incorporação de resíduos procedentes do lixo urbano em Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo promoveu aumento nos teores de Ca e Mg, refletindo no desenvolvimento das mudas de ipê-roxo. Porém no presente trabalho os valores elevados de pH (Tabela 3) parecem não ter auxiliado o desenvolvimento das plantas de jequitibá, pois pode ser que tenha indisponibilizado nutrientes para as plantas, podendo ser este um dos fatores que influenciaram no desenvolvimento utilizando composto de lixo urbano. Na produção do porta-enxerto cítrico de limão cravo, FRANCESCATO (1995) obteve o melhor desenvolvimento das plantas em substratos com pH variando de 6,1 a 6,4.

SODRE (2005) realizando o monitoramento químico de seis substratos utilizados na produção de mudas de cacaueiros notou que os valores de pH variaram entre 5,0 e 8,0 para o Plantmax® e o composto do tegumento da amêndoa do cacau (CTAC), respectivamente. Os substratos apresentaram valores mínimos superiores a 5,0 nas dez lixiviações. Esse valor é considerado ideal, segundo BAUMGARTEN (2002), para substratos comerciais. Por outro lado, os valores do CTAC e vermiculita foram superiores a 7,0 em todos os lixiviados. Essa característica (pH elevado), segundo

HANDRECK & BLACK (1999), pode limitar o uso desses substratos, pois está relacionada com risco de diminuição da disponibilidade de micronutrientes para as plantas.

A utilização de esterco bovino ao substrato beneficiou o desenvolvimento das plantas, isso ficou evidente ao utilizar os substratos 2 e 3. O benefício da utilização do esterco bovino no substrato em espécies nativas, concorda com CAMPOS et al. (1986), estudando a influência do substrato no desenvolvimento inicial de mudas de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.), as quais concluíram que as plantas com melhor aparência (maior altura e diâmetro) foram aquelas originadas dos substratos solo e solo + esterco bovino.

Tabela 12. Resumo da análise de variância para altura da parte aérea (H, cm) de plantas de *Cariniana legalis*, obtidas aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) nos diferentes substratos.

Substratos (S)	Períodos avaliados (d.a.s)					
	75	90	105	120	135	150
1	3,38 b	4,49 c	5,30 c	6,50 b	8,40 b	10,75 a
2	4,96 a	6,29 a	8,51 a	9,57 a	9,50 a	11,25 a
3	4,65 a	5,67 a	8,55 a	10,36 a	10,66 a	12,62 a
4	3,56 b	4,96 b	6,70 b	7,20 b	9,14 a	10,92 a
5	3,45 b	4,06 c	5,25 c	6,92 b	8,29 b	11,12 a
6	2,95 b	4,16 c	5,79 c	7,25 b	7,75 b	10,58 a
7	3,97 b	4,14 c	5,03 c	6,22 b	7,52 b	10,34 a
8	3,53 b	4,06 c	4,87 c	6,01 b	6,99 b	11,03 a
9	2,81 b	3,34 c	4,24 c	5,06 b	6,73 b	9,22 a
10	3,85 b	4,49 c	5,44 c	6,37 b	7,58 b	10,07 a
11	3,79 b	4,05 c	5,30 c	7,00 b	8,32 b	11,00 a
12	3,42 b	4,21 c	5,03 c	5,89 b	6,84 b	8,89 a
13	3,44 b	4,00 c	5,06 c	6,44 b	7,58 b	9,39 a
14	3,34 b	3,72 c	5,05 c	5,98 b	7,44 b	9,75 a
15	3,62 b	3,62 c	4,98 c	6,18 b	7,79 b	11,50 a
Teste F	2,62 *	6,21 *	7,73 **	5,98 **	2,53 *	1,55 ^{NS}
Níveis de Irrigação (I)	Períodos avaliados (d.a.s)					
	75	90	105	120	135	150
1	3,11 b	3,75 b	4,90 b	5,89 b	6,84 b	10,59 a
2	4,19 a	4,96 a	6,45 a	7,83 a	9,23 a	10,54 a
Teste F	35,96 **	56,66 **	43,43 **	43,69 **	42,27 **	0,01 ^{NS}
S x I	0,75 ^{NS}	1,80 ^{NS}	0,90 ^{NS}	0,93 ^{NS}	1,35 ^{NS}	3,63 **
CV	18,98	14,21	16,14	16,54	16,74	14,87

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, *, **, CV e S x I representam respectivamente: não significativo a 5 % de probabilidade, significativo a 1% e a 5%, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

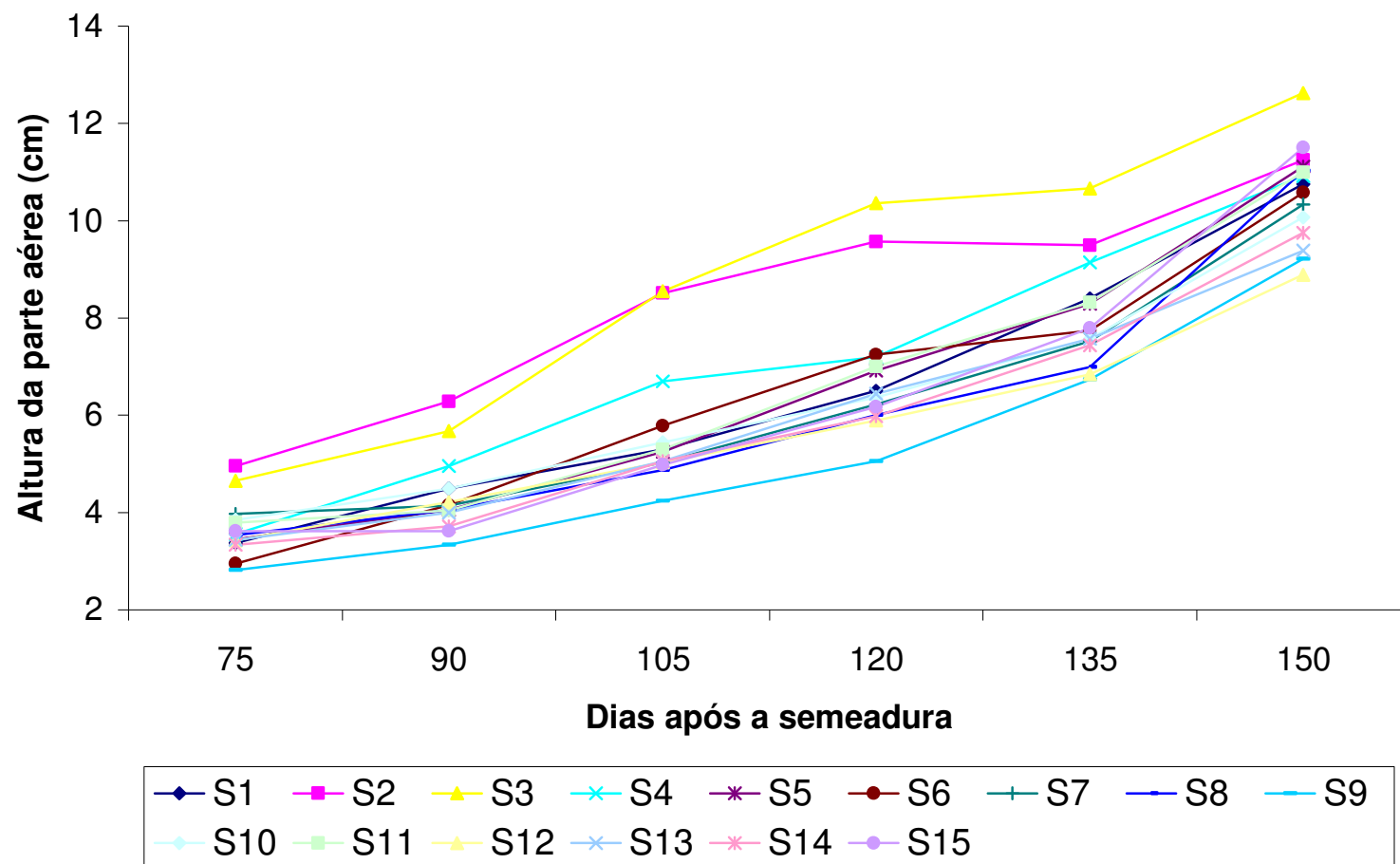


Figura 8: Valores médios da altura da parte aérea (H, em cm) das plantas de *C. legalis* aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) em diferentes substratos.

Tabela 13: Resumo da análise de variância para diâmetro do colo (D, mm) de plantas de *Cariniana legalis*, obtidas aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) nos diferentes substratos.

Substratos (S)	Períodos avaliados (d.a.s)					
	75	90	105	120	135	150
1	1,89 b	2,02 b	2,32 a	2,44 a	2,82 a	2,91 a
2	2,15 a	2,38 b	2,52 a	2,54 a	2,88 a	2,88 a
3	2,05 a	2,25 b	2,41 a	2,59 a	2,68 a	3,02 a
4	1,91 b	2,04 b	2,29 a	2,34 a	2,40 b	2,50 b
5	1,84 b	1,97 b	2,22 b	2,28 a	2,42 b	2,44 b
6	1,72 b	1,87 b	2,19 b	2,33 a	2,44 b	2,44 b
7	1,85 b	1,97 b	2,08 b	2,20 a	2,33 b	2,45 b
8	1,85 b	1,95 b	2,24 b	2,32 a	2,42 b	2,59 b
9	1,72 b	1,85 b	2,08 b	2,14 a	2,29 b	2,43 b
10	1,84 b	2,03 b	2,21 b	2,33 a	2,60 a	2,73 a
11	1,93 b	1,97 b	2,10 b	2,32 a	2,59 a	2,80 a
12	1,73 b	1,90 b	2,03 b	2,14 a	2,31 b	2,44 b
13	1,79 b	1,98 b	2,15 b	2,25 a	2,31 b	2,42 b
14	1,74 b	1,95 b	2,17 b	2,26 a	2,33 b	2,62 b
15	1,78 b	1,90 b	2,21 b	2,43 a	2,56 a	2,79 a
Teste F	4,20 **	12,20 NS	2,85 **	1,71 NS	4,17 **	3,67 **
Níveis de Irrigação (I)	Períodos avaliados (d.a.s)					
	75	90	105	120	135	150
1	1,79 b	1,94 b	2,13 b	2,21 b	2,28 b	2,48 b
2	1,92 a	2,06 a	2,30 a	2,45 a	2,65 a	2,76 a
Teste F	17,50 **	4,27 **	18,14 **	22,76 **	81,54 **	26,12 **
S x I	1,99 ^{NS}	2,04 *	2,28 ^{NS}	1,37 ^{NS}	4,29 **	4,67 **
CV	6,43	6,81	7,04	8,49	6,21	7,94

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, *, **, CV e S x I representam respectivamente: não significativo a 5 % de probabilidade, significativo a 1% e a 5%, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

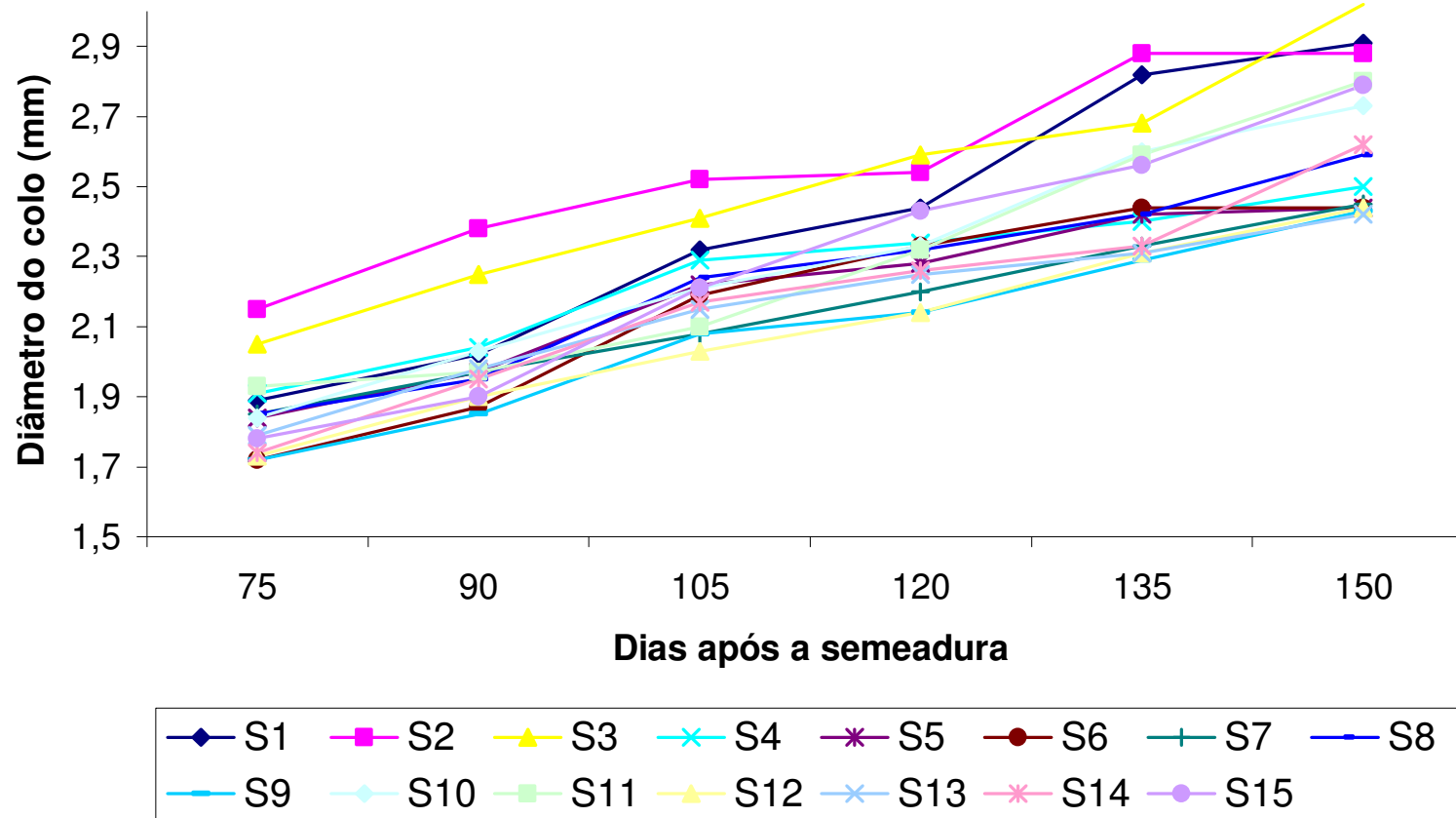


Figura 9: Valores médios do diâmetro do colo (D, em mm) das plantas de *C. legalis* aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) em diferentes substratos.

Tabela 14: Resumo da análise de variância para o número de folhas de plantas de *Cariniana legalis*, obtidas aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) nos diferentes substratos.

Substratos (S)	Períodos avaliados (d.a.s)					
	75	90	105	120	135	150
1	4,97 a	7,32 a	7,77 a	10,82 a	12,62 a	12,87 a
2	7,12 a	8,65 a	10,17 a	10,80 a	11,62 a	11,95 a
3	5,72 a	8,60 a	8,62 a	11,32 a	11,50 a	12,45 a
4	5,75 a	7,82 a	9,17 a	11,90 a	12,45 a	12,95 a
5	5,50 a	7,15 b	8,65 a	10,17 a	9,70 a	10,20 a
6	5,20 a	6,75 b	9,15 a	10,05 a	10,60 a	10,42 a
7	5,45 a	6,85 b	7,60 a	10,07 a	11,87 a	13,42 a
8	5,12 a	6,10 b	7,82 a	10,67 a	12,00 a	14,05 a
9	5,90 a	6,42 b	7,77 a	9,92 a	11,17 a	11,92 a
10	5,32 a	6,70 b	8,60 a	10,57 a	11,72 a	12,37 a
11	4,92 a	6,90 b	8,50 a	10,75 a	12,15 a	13,10 a
12	5,65 a	6,30 b	7,90 a	9,82 a	10,32 a	11,62 a
13	5,42 a	6,52 b	8,37 a	10,40 a	11,70 a	11,70 a
14	4,92 a	7,57 a	8,52 a	10,32 a	10,95 a	10,82 a
15	5,00 a	5,50 b	9,10 a	10,70 a	13,30 a	13,30 a
Teste F	1,26 NS	12,41 **	1,73 NS	0,73 NS	1,38 NS	2,25 NS
Níveis de Irrigação (I)	Períodos avaliados (d.a.s)					
1	4,88 b	6,56 b	7,72 b	9,70 b	10,69 b	11,30 b
2	6,06 a	7,46 a	9,31 a	11,41 a	12,47 a	13,12 a
Teste F	21,12 **	3,15 **	33,92 **	26,25 **	18,85 **	21,84 **
S x I	1,87 ^{NS}	1,13 ^{NS}	1,91 ^{NS}	1,18 ^{NS}	1,28 ^{NS}	1,37 ^{NS}
CV	18,19	14,06	12,44	12,20	13,66	12,33

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, *, **, CV e S x I representam respectivamente: não significativo a 5 % de probabilidade, significativo a 1% e a 5%, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

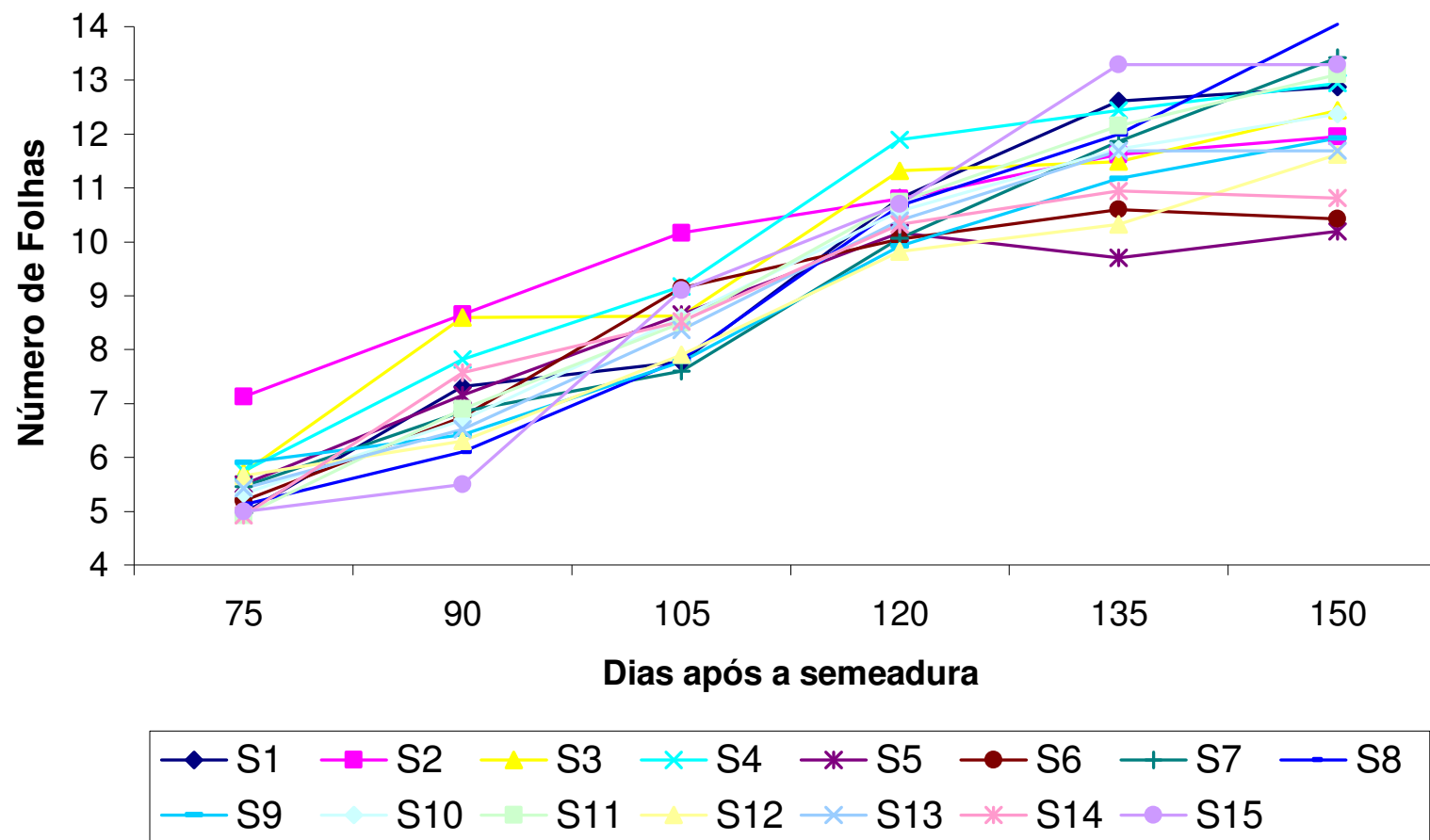


Figura 10: Valores médios do número de folhas das plantas de *C. legalis* aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) em diferentes substratos.

Houve diferenças estatísticas entre os valores médios dos níveis de irrigação somente para a característica altura da parte aérea aos 75, 90, 105, 120 e 135 d.a.s (Tabela 12 e Figura 11). As plantas do nível de irrigação 150 % ET destacaram em relação aos do nível 100% ET. O melhor desempenho das plantas no nível de irrigação 150% de ET concorda com FACHINI (2002), que trabalhando com porta-enxertos de laranja, notou que a irrigação 150% ET foi a que supriu a planta de melhor maneira.

Ainda com relação aos resultados da análise estatística, pôde-se verificar que houve interação entre o substrato-irrigação para a altura da parte aérea aos 150 d.a.s e para o diâmetro do colo aos 90, 135 e 150 d.a.s (Tabela 15), podendo inferir que esses fatores agiram conjuntamente sobre o desenvolvimento das plantas para essas características e períodos avaliados. Quanto ao coeficiente de variação (CV) (Tabelas 12, 13 e 14), estes apresentaram valores baixos para os tratamentos estudados, evidenciando a confiabilidade dos dados.

Tabela 15: Desdobramento da Interação entre substrato e irrigação para o diâmetro do colo (mm) aos 90, 135 e 150 d.a.s e altura da parte aérea (cm) aos 150 d.a.s.

Substratos	Diâmetro do colo aos 90 d.a.s		Diâmetro do colo aos 135 d.a.s		Diâmetro do colo aos 150 d.a.s		Altura da parte aérea aos 150 d.a.s	
	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2
1	1,86 b A	2,19 a B	2,35 a B	3,29 a A	2,53 a B	3,29 a A	10,75 a A	10,75 b A
2	2,39 a A	2,37 a A	2,28 a B	2,68 b A	2,35 a B	3,03 a A	8,50 a B	14,00 a A
3	2,15 a A	2,34 a A	2,35 a B	3,01 a A	2,57 a B	3,48 a A	10,75 a B	14,50 a A
4	2,12 a A	1,96 b A	2,31 a A	2,50 b A	2,48 a A	2,53 b A	12,00 a A	9,83 b A
5	2,02 b A	1,91 b A	2,29 a A	2,55 b A	2,29 a A	2,60 b A	10,00 a A	12,25 a A
6	1,94 b A	1,79 b A	2,45 a A	2,42 b A	2,45 a A	2,42 b A	10,00 a A	11,17 b A
7	1,89 b A	2,04 b A	2,41 a A	2,42 b A	2,48 a A	2,41 b A	12,12 a A	8,55 b A
8	1,73 b A	2,16 a B	2,20 a A	2,63 b A	2,50 a A	2,66 b A	13,70 a A	8,35 b A
9	1,76 b A	1,94 b A	2,03 a A	2,54 b A	2,10 a B	2,76 b A	9,75 a A	8,69 b A
10	1,82 b A	2,25 a B	2,11 a A	3,09 a A	2,16 a B	3,30 a A	9,20 a A	10,94 b A
11	1,84 b A	2,11 a A	2,60 a A	2,58 b A	2,92 a A	2,67 b A	10,0 a A	12,00 a A
12	1,89 b A	1,92 b A	2,22 a A	2,41 b A	2,40 a A	2,47 b A	8,12 a A	9,67 b A
13	1,87 b A	2,09 a A	2,29 a A	2,33 b A	2,48 a A	2,36 b A	9,67 a A	9,12 b A
14	1,97 b A	1,94 b A	2,18 a A	2,47 b A	2,78 a A	2,46 b A	11,25 a A	8,25 b A
15	1,85 b A	1,95 b A	2,25 a A	2,87 a A	2,71 a A	2,87 b A	13,00 a A	10,00 b A

Médias seguidas de mesma letra minúscula (na coluna) e maiúscula (na linha) não diferem entre si pelo Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

I1 e I2 representam, respectivamente: 100 e 150% ET

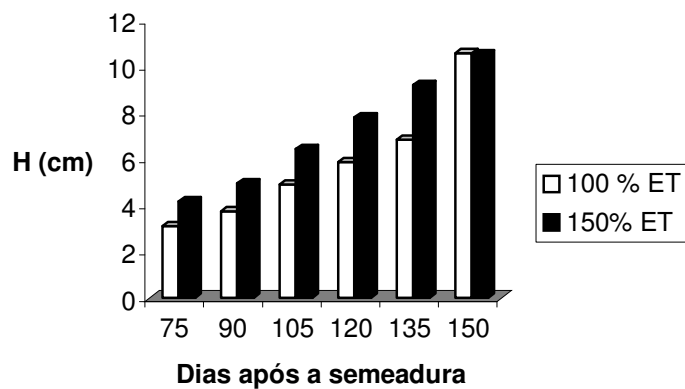


Figura 11: Valores médios de Altura da parte aérea (H, cm), das plantas aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) para os níveis de irrigação 100 e 150% ET.

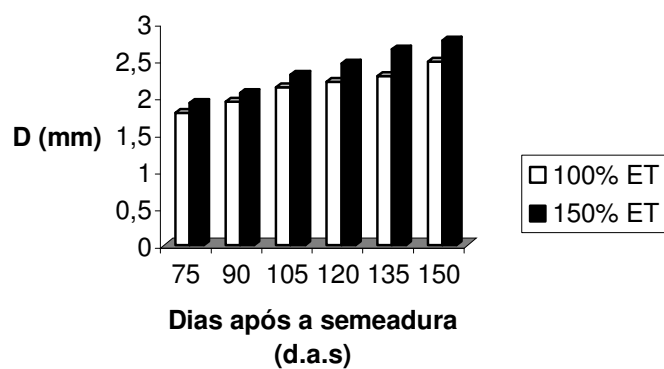


Figura 12: Valores médios de diâmetro do colo (D, mm), das plantas aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) para os níveis de irrigação 100 e 150% ET.

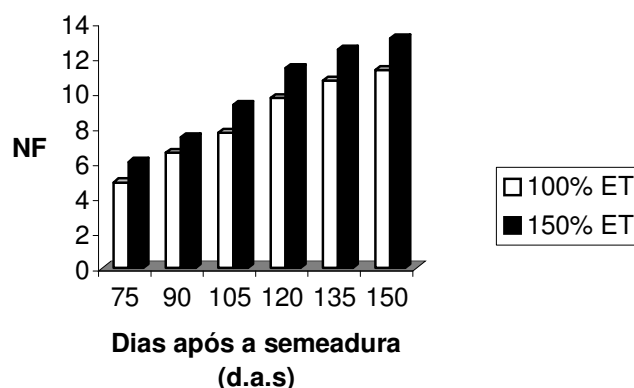


Figura 13: Valores médios do número de folhas aos 75, 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura (d.a.s) para os níveis de irrigação 100 e 150% ET.

Pela matéria seca (Tabela 16 e Figura 14), notou-se que houve diferenças estatísticas tanto para matéria seca da parte aérea, quanto para matéria seca da raiz. Proporcionaram maiores valores de matéria seca os substratos 2, 3, 4, 8, 10, 11, 13 e 15.

Ao comparar os resultados dos substratos das características analisadas (diâmetro do colo, altura da parte aérea e número de folhas) com os resultados da análise estatística para a característica matéria seca, pode-se verificar que não houve concordância com os resultados. Para esta característica a presença de composto de lixo ao substrato foi importante. Talvez isso possa ser explicado pelos maiores valores de pH apresentados nestes substratos. Segundo RAIJ (1991), o excesso de íons H^+ encontrados em solos ácidos pode ser considerado responsável por prejuízos diretos no crescimento de raízes principais e secundárias.

Verificou-se ainda, que não houve diferenças estatísticas entre os níveis de irrigação utilizados para as características matéria seca da raiz e parte aérea. (Tabela 12). Concordando com FACHINI (2002) que avaliando a massa seca em cultivo de mudas cítricas em substratos sobre ambiente protegido, verificou que as raízes que apresentaram as maiores massas foram às raízes das plantas que utilizou níveis de irrigação 100 e 150% ET. Observou-se ainda que o resultado de matéria seca da raiz está relacionado diretamente com o desenvolvimento das plantas. Plantas maiores apresentavam uma maior massa de raiz. Este fato concorda também com RESENDE et

al. (1995), pois com o maior desenvolvimento das raízes, ocorre uma maior exploração do substrato e com isso maior absorção de nutrientes e água. Quanto maior for o desenvolvimento das raízes maior será o desenvolvimento da parte aérea. Nesta pesquisa isto ficou evidente, pois, a maioria dos substratos em que foram observados maiores valores de matéria seca da parte aérea, apresentou os maiores valores de matéria seca da raiz.

Tabela 16: Resumo da análise de variância para matéria seca da raiz e parte aérea após 150 dias após a semeadura (d.a.s) nos 15 tratamentos utilizados para a espécie jequitibá.

Substratos (S)	Matéria Seca Raiz	Matéria Seca Parte Aérea
1	0,36 b	0,36 b
2	0,42 a	0,42 a
3	0,45 a	0,45 a
4	0,52 a	0,49 a
5	0,32 b	0,32 b
6	0,20 b	0,20 b
7	0,36 b	0,35 b
8	0,54 a	0,54 a
9	0,33 b	0,33 b
10	0,60 a	0,59 a
11	0,54 a	0,55 a
12	0,26 b	0,28 b
13	0,47 a	0,47 a
14	0,25 b	0,26 b
15	0,55 a	0,55 a
Teste F	3,0 **	3,08 **
Níveis de Irrigação (I)		
I	0,41 a	0,41 a
II	0,42 a	0,41 a
Teste F	0,04 ^{NS}	0,00 ^{NS}
SxI	0,01 ^{NS}	0,00 ^{NS}
CV	34,83	33,61

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, *, **, CV e Sx I representam respectivamente: não significativo a 5 % de probabilidade, significativo a 1% e a 5%, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

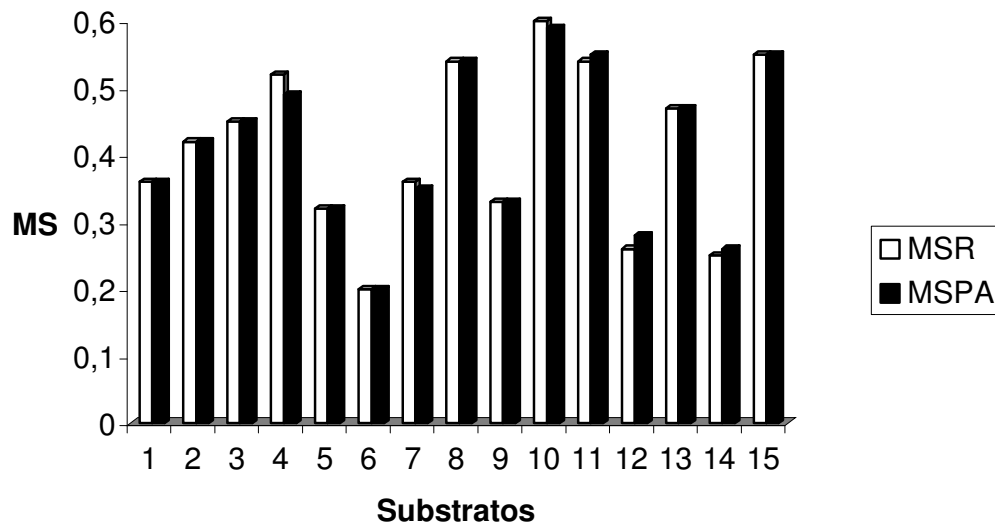


Figura 14. Valores médios de matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas em gramas (g) nos diferentes substratos.

4.2.2 Índices de qualidade de mudas

Algumas relações entre alguns parâmetros morfológicos usados para avaliar a qualidade de mudas de espécies arbóreas estão apresentados na Tabela 17. Dentre estes, estão a relação altura da parte aérea combinada com o respectivo diâmetro do colo (H/D). Através dos resultados, observou-se que estes valores foram favoráveis para o estabelecimento das mudas após o plantio. Segundo CARNEIRO (1985), quanto menor for este valor, maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem.

Para o índice obtido pela divisão da altura da parte aérea com a matéria seca da parte aérea pode-se verificar que houve variação dos valores nos substratos estudados, que apresentaram menores valores os substratos 3, 7, 8, 9, 11, 13 e 14, levando a terem expectativa de maior sobrevivência.

Para a relação entre a matéria seca da parte aérea pela matéria seca da raiz não houve grande variação desses valores.

De modo geral, as mudas com maior índice de qualidade de Dickson, apresentaram maior diâmetro do coleto, maior massa seca da parte aérea, do sistema

radicular e total e menores valores das relações altura da parte aérea/ sistema radicular e altura da parte aérea/ diâmetro do colo.

Estabelecendo como valor mínimo de 0,20 recomendado por HUNT (1990), observa-se que as mudas de jequitibá somente atingiram esse valor nos substratos 3, 7, 10, 11 e 15, indicando que apresentam qualidade para serem plantadas no campo. Também FONSECA et al. (2002), trabalhando com mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, constataram que houve poucos substratos com valores de IDQ superiores a 0,20.

Ainda com relação aos resultados da análise estatística, pôde-se verificar que houve interação entre substrato-irrigação para a relação altura da parte aérea/diâmetro do colo (Tabela 18), podendo inferir esses fatores agem conjuntamente sobre o desenvolvimento das plantas para essa relação.

Tabela 17: Resumo da análise de variância para as relações altura/diâmetro do colo (H/D), altura / peso de matéria seca da parte aérea (H/MSPA), peso de matéria seca da parte aérea/ peso de matéria seca de raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IDQ) para mudas de jequitiba em resposta a diferentes substratos e níveis de irrigação (100% ET e 150% ET) aos 150 dias após a semeadura.

Substratos (S)	H/D	MSR+MSPA	H/MSPA	MSPA/MSR	IDQ
1	3,90 a	0,80 b	18,82 b	0,96 a	0,16 a
2	3,82 a	0,76 b	18,97 b	1,00 a	0,16 a
3	4,06 a	1,01 a	33,35 a	0,97 a	0,21 a
4	4,65 a	0,83 b	20,80 b	0,95 a	0,15 a
5	4,75 a	0,61 b	17,22 b	0,97 a	0,11 a
6	4,04 a	0,40 b	25,42 a	1,00 a	0,18 a
7	4,15 a	0,97 a	26,40 a	0,92 a	0,20 a
8	4,21 a	0,89 a	30,20 a	0,97 a	0,17 a
9	3,90 a	0,74 b	20,12 b	0,97 a	0,15 a
10	4,16 a	1,26 a	22,28 b	0,97 a	0,25 a
11	3,84 a	0,95 a	29,92 a	1,00 a	0,20 a
12	3,65 a	0,62 b	18,35 b	1,02 a	0,13 a
13	3,63 a	0,80 b	30,62 a	1,00 a	0,17 a
14	3,82 a	0,67 b	32,25 a	1,00 a	0,14 a
15	4,35 a	1,13 a	22,40 b	1,00 a	0,22 a
Teste F	1,05 ^{NS}	3,01 **	2,50 *	1,19 ^{NS}	2,60 *
Níveis de Irrigação (I)	H/D	MSR+MSPA	H/MSPA	MSPA/MSR	IDQ
1	3,97 b	0,82 a	29,51 a	0,99 a	0,16 a
2	4,61 a	0,83 a	29,56 a	0,98 a	0,18 a
Teste F	10,72 **	0,00 ^{NS}	0,00 ^{NS}	0,53 ^{NS}	1,01 ^{NS}
S x I	3,62 **	0,00 ^{NS}	0,47 ^{NS}	0,40 ^{NS}	0,34 ^{NS}
CV	13,12	34,41	40,88	5,42	37,62

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, *, **, CV e S x I representam respectivamente: não significativo a 5 % de probabilidade, significativo a 1% e a 5%, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

Tabela 18. Desdobramento da Interação entre substrato-irrigação para a relação altura da parte aérea/ diâmetro do colo para a espécie jequitibá.

Substratos	H/D	
	I 1	I 2
1	4,26 a A	3,26 b A
2	3,62 a A	4,61 a A
3	4,18 a A	4,16 a A
4	4,85 a A	3,87 b A
5	4,40 a A	4,71 a A
6	4,12 a A	4,62 a A
7	4,88 a A	3,54 b B
8	5,44 a A	3,13 b B
9	4,65 a A	3,13 b B
10	4,26 a A	3,32 b A
11	3,38 a B	4,49 b A
12	3,38 a A	3,91 b A
13	3,89 a A	3,87 b A
14	4,10 a A	3,36 b A
15	4,79 a A	3,48 b B

Médias não seguidas de mesma letra minúscula (na coluna) e maiúscula (na linha) diferem entre si pelo Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

I1 e I2 representam, respectivamente: 100 e 150% ET

Pelos resultados obtidos pode-se inferir para *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (jequitibá), que os substratos contendo plantimax favoreceram o desenvolvimento das plantas para as características H e D. Já para a matéria seca e IDQ, proporcionaram respostas favoráveis os substratos contendo composto de lixo.

4.3 *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (guapuruvu)

4.3.1 Crescimento em altura, diâmetro, número de folhas e matéria seca.

De modo geral, as espécies pioneiras têm seu potencial de crescimento mais restringido quando se desenvolvem em solos pobres, mostrando-se bastante responsivas à fertilização, ao passo que, com o avanço do grupo sucessional, o estímulo ao crescimento proporcionado pela adubação é menos pronunciado e algumas vezes inexistente; tendência, em parte, atribuída ao crescimento mais lento, característico das espécies clímax (RESENDE et al., 1999). No entanto, pôde-se verificar para *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (guapuruvu) (Tabelas 19, 20 e 21 e

Figuras 15, 16 e 17) que houve diferenças significativas entre os substratos analisados somente para a característica altura da parte aérea aos 65 d.a.s. Para essa característica proporcionaram maiores valores os substratos 7 e 8 (plantmax®, composto de lixo, vermiculita e terra). Verificou-se, portanto que a presença de composto de lixo ao substrato foi importante para essa característica.

Com a utilização de composto de lixo urbano os valores de pH foram altos quando comparados a alguns substratos que não utilizaram o composto de lixo. Há vários trabalhos que mostram que a adubação orgânica com composto de lixo urbano eleva o pH (ALVES et al., 1999; ABREU Jr. et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2002). Os aumentos obtidos variam de acordo com o solo, tipo de experimento (campo ou casa de vegetação), composição química do composto, grau de maturação e quantidades aplicadas.

Para o guapuruvu, o pH e a densidade parece não ter auxiliado o desenvolvimento das plantas, já que não houve diferenças estatísticas nas características estudadas, para a maioria dos períodos avaliados.

Um fator que influenciou o tamanho das plantas foi à proporção de composto de lixo utilizada, já que tiveram baixas proporções desse material nos substratos que apresentaram maiores valores de altura da parte aérea, no período em que diferiu estatisticamente (15% e 30%), respectivamente para os tratamentos 7 e 8 (plantmax®, composto de lixo, vermiculita e terra). Esses fatos são concordantes aos de TEIXEIRA (2003), que utilizou o composto orgânico de lixo urbano na produção de mudas de abieiro. A dose de 10% de composto orgânico em mistura com solo da camada superficial de área de capoeira foi a mais indicada para a formação de mudas, sendo semelhante, em valores absolutos, às doses de 20% e 30%, até os 105 dias de viveiro, não devendo ultrapassar os 24% do volume total do substrato.

Tabela 19: Resumo da análise de variância para altura da parte aérea (H, cm) de plantas de *Schizolobium parahyba*, obtidas aos 20, 35, 50 e 65 dias após a semeadura (d.a.s) nos diferentes substratos.

Substratos (S)	Períodos Avaliados (d.a.s)			
	20	35	50	65
1	11,73 a	14,04 a	15,06 a	17,59 b
2	10,69 a	14,38 a	15,38 a	17,59 b
3	12,82 a	15,08 a	16,44 a	17,24 b
4	11,99 a	13,65 a	15,75 a	16,16 b
5	11,91 a	13,11 a	15,05 a	15,72 b
6	10,31 a	12,42 a	13,34 a	15,23 b
7	12,34 a	16,24 a	18,39 a	21,90 a
8	11,03 a	15,77 a	18,24 a	19,46 a
9	9,71 a	13,16 a	15,86 a	16,94 b
10	10,87 a	13,17 a	14,74 a	15,27 b
11	11,12 a	12,61 a	15,60 a	16,51 b
12	12,17 a	14,39 a	14,89 a	15,50 b
13	12,24 a	13,85 a	15,03 a	15,98 b
14	11,22 a	13,81 a	16,28 a	17,20 b
15	9,19 a	14,39 a	16,41 a	17,95 b
Teste F	1,39 ^{NS}	1,32 ^{NS}	2,46 ^{NS}	3,11 ^{**}
Níveis de Irrigação(I)	Períodos Avaliados (d.a.s)			
	20	35	50	65
1	11,59 a	13,53 a	16,70 a	16,03 b
2	10,99 a	14,48 a	14,83 b	18,19 a
Teste F	1,76 ^{NS}	3,76 ^{NS}	19,17 ^{**}	17,23 ^{**}
S x I	1,28 ^{NS}	1,23 ^{NS}	1,66 ^{NS}	1,24 ^{NS}
CV	15,41	13,50	10,49	11,80

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, *, **, CV e S x I representam respectivamente: não significativo a 5 % de probabilidade, significativo a 1% e a 5%, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

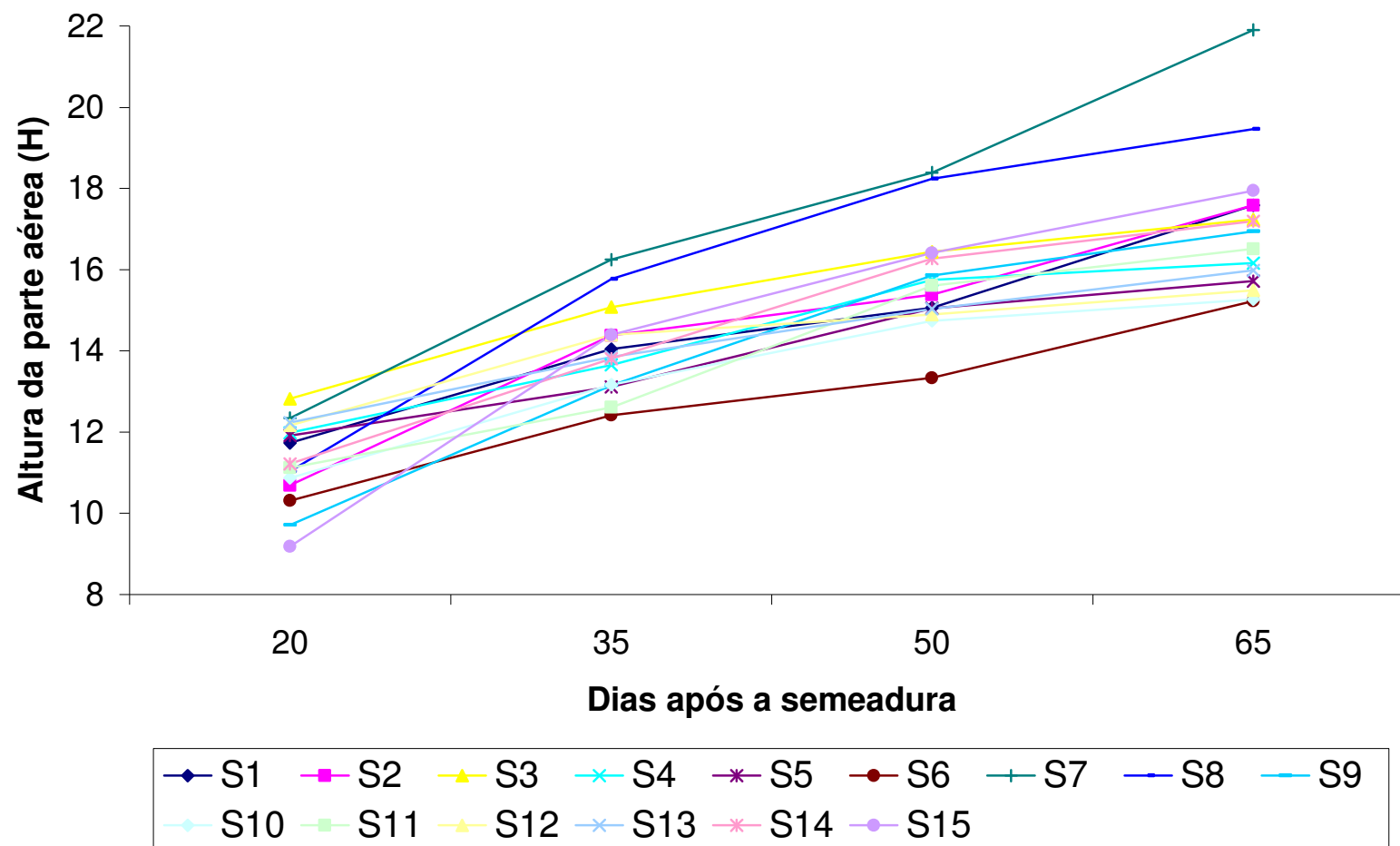


Figura 15. Valores médios da altura da parte aérea (H) das plantas em cm aos 20, 35, 50 e 65 dias após a semeadura (d.a.s) nos tratamentos utilizados para a espécie guapuruvu.

Tabela 20. Resumo da análise de variância para o diâmetro do colo (D, mm) de plantas de *Schizolobium parahyba*, obtidas aos 20, 35, 50 e 65 dias após a semeadura (d.a.s) nos diferentes substratos.

Substratos (S)	Períodos Avaliados (d.a.s)			
	20	35	50	65
1	3,47 a	3,95 a	4,03 a	4,06 a
2	3,72 a	3,84 a	3,90 a	4,02 a
3	3,58 a	3,74 a	3,83 a	3,84 a
4	3,60 a	3,66 a	3,69 a	3,77 a
5	3,42 a	3,63 a	3,91 a	4,03 a
6	3,45 a	3,60 a	3,63 a	3,76 a
7	3,63 a	3,72 a	3,87 a	3,92 a
8	3,90 a	4,00 a	4,05 a	4,14 a
9	3,69 a	3,76 a	3,91 a	3,97 a
10	3,42 a	3,62 a	3,99 a	4,00 a
11	3,70 a	3,80 a	4,04 a	4,10 a
12	3,89 a	4,02 a	4,06 a	4,09 a
13	3,79 a	3,84 a	3,94 a	4,11 a
14	3,70 a	3,85 a	4,00 a	4,03 a
15	3,74 a	3,97 a	4,09 a	4,17 a
Teste F	0,93 ^{NS}	1,00 ^{NS}	1,01 ^{NS}	0,92 ^{NS}
Níveis de Irrigação (I)	Períodos Avaliados (d.a.s)			
	20	35	50	65
1	3,75 a	3,90 a	4,00 a	4,05 a
2	3,65 b	3,70 b	3,86 a	3,95 a
Teste F	4,90 *	7,35 *	4,08 ^{NS}	1,98 ^{NS}
S x I	1,03 ^{NS}	0,98 ^{NS}	1,26 ^{NS}	0,89 ^{NS}
CV	9,24	7,43	6,81	6,57

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, *, **, CV e S x I representam respectivamente: não significativo a 5 % de probabilidade, significativo a 1% e a 5%, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

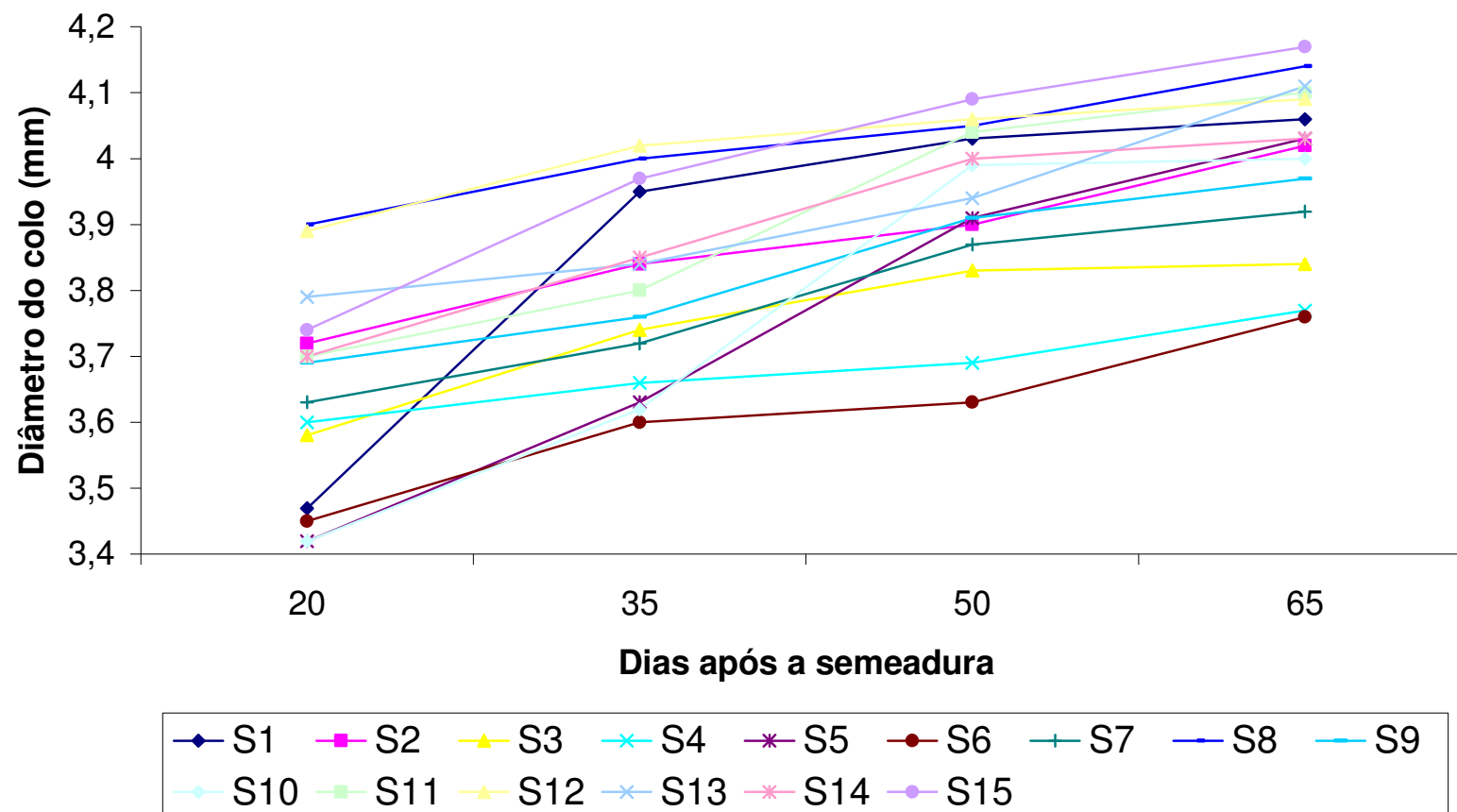


Figura 16: Valores médios do diâmetro do colo (D) das plantas em mm aos 20, 35, 50 e 65 dias após a semeadura (d.a.s) nos tratamentos utilizados para a espécie guapuruvu.

Tabela 21: Resumo da análise de variância para o número de folhas de plantas de *Schizolobium parahyba*, obtidas aos 20, 35, 50 e 65 dias após a semeadura (d.a.s) nos diferentes substratos.

Substratos (S)	Períodos Avaliados (d.a.s)			
	20	35	50	65
1	3,20 a	5,12 a	7,80 a	9,35 a
2	3,17 a	5,42 a	8,20 a	9,42 a
3	3,47 a	4,60 a	7,15 a	8,52 a
4	3,62 a	4,72 a	7,85 a	9,10 a
5	3,10 a	4,12 a	6,50 a	7,57 a
6	3,42 a	4,20 a	5,92 a	7,12 a
7	3,32 a	5,32 a	8,20 a	10,75 a
8	3,15 a	5,85 a	9,17 a	10,50 a
9	3,05 a	5,00 a	7,90 a	10,50 a
10	3,10 a	3,77 a	7,45 a	9,0 a
11	3,27 a	4,67 a	8,30 a	8,77 a
12	3,20 a	4,27 a	6,67 a	8,0 a
13	3,82 a	4,40 a	7,60 a	8,45 a
14	3,27 a	4,92 a	8,25 a	9,42 a
15	3,07 a	5,67 a	10,20 a	11,92 a
Teste F	3,89 ^{NS}	1,45 ^{NS}	2,03 ^{NS}	1,74 ^{NS}
Níveis de Irrigação (I)	Períodos Avaliados (d.a.s)			
	20	35	50	65
1	3,43 a	5,90 a	6,74 b	8,03 b
2	3,14 a	3,71 b	8,87 a	10,42 a
Teste F	0,63 ^{NS}	72,8 **	31,81 **	22,68 **
S x I	0,49 ^{NS}	1,17 ^{NS}	0,52 ^{NS}	0,73 ^{NS}
CV	16,93	20,77	18,90	21,06

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, *, **, CV e S x I representam respectivamente: não significativo a 5 % de probabilidade, significativo a 1% e a 5%, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

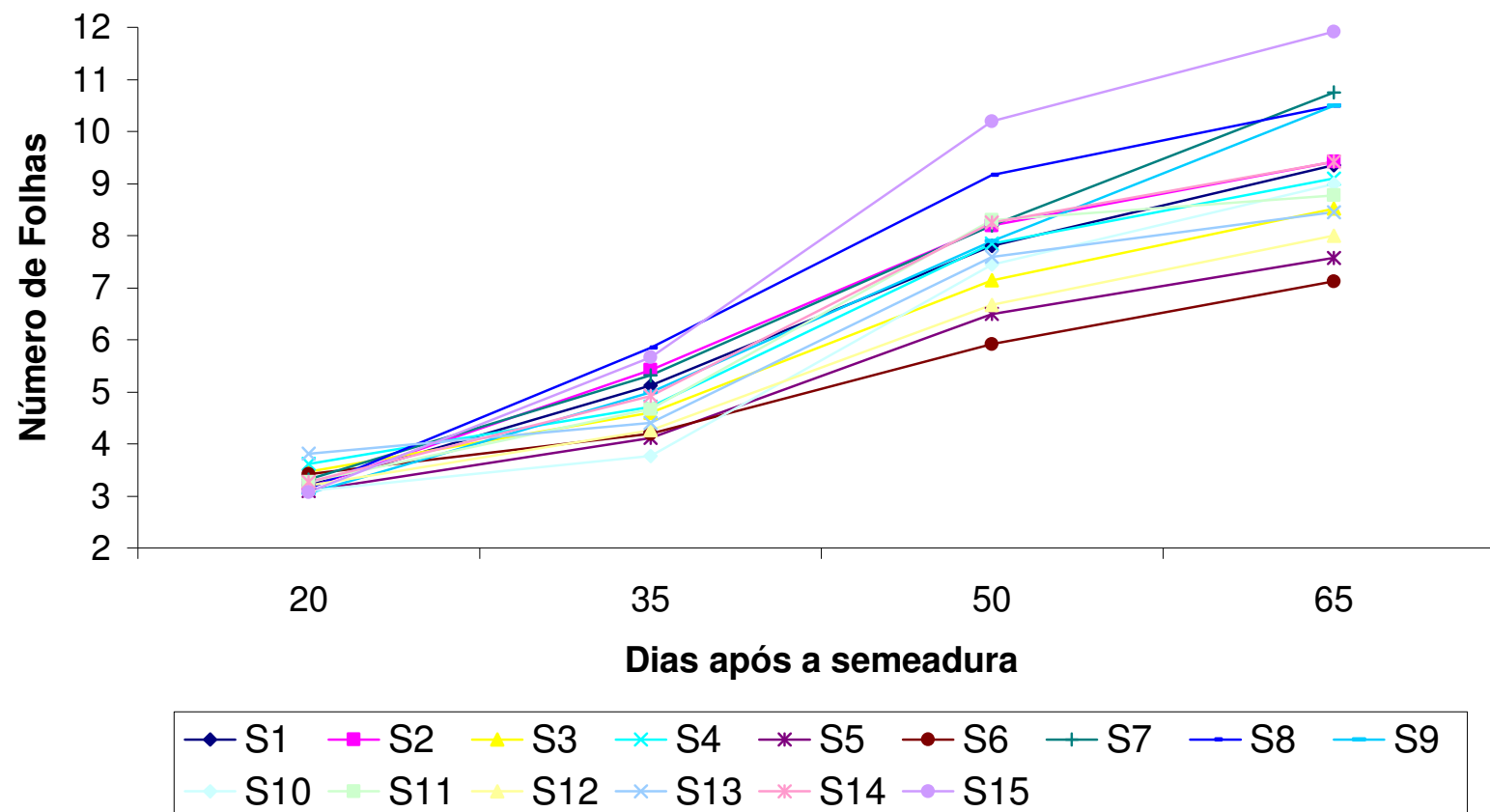


Figura 17. Valores médios do número de folhas das plantas aos 20, 35, 50 e 65 dias após a semeadura (d.a.s) nos tratamentos utilizados para a espécie guapuruvu.

Mudas de boa qualidade são obtidas com diferentes formulações de substratos, contanto que sejam fornecidos água e nutrientes em quantidade adequadas e que as propriedades físicas do substrato não sejam limitantes. MONTEIRO (1981) observa que o lixo domiciliar urbano apresenta alto percentual de matéria orgânica e adequado teor de umidade, o que, aliado a presença de largo espectro da fauna microbiana, constitui excelente matéria prima para a produção de composto orgânico. Porém, existem casos em que um substrato pode apresentar resultados adequados para uma espécie, sendo ineficiente para outra (GOH e HAYNES, 1977). Isso ficou evidente neste estudo, sendo que o composto de lixo urbano foi eficiente para a espécie estudada.

Houve diferenças estatísticas entre os níveis de irrigação para as características altura da parte aérea nas avaliações realizadas aos 50 e 65 dias após a semeadura (Tabela 18); para o diâmetro do colo nas avaliações realizadas aos 20 e 35 dias após a semeadura (Tabela 20 e Figura 18) e para o número de folhas nas avaliações realizadas aos 35, 50 e 65 dias após a semeadura (Tabela 21 e Figura 19). Portanto pode-se inferir que provavelmente, para esta espécie, a necessidade de água foi variável com o estágio de desenvolvimento da planta.

Ainda com relação aos resultados da análise estatística, pôde-se verificar que não houve interação entre os substratos e a irrigação para as características estudadas (Tabelas 14, 15 e 16), podendo inferir que os fatores substrato e irrigação não agiram conjuntamente sobre o desenvolvimento das plantas nos tratamentos estudados. Quanto ao coeficiente de variação (CV) (Tabelas 19, 20 e 21), estes apresentaram valores baixos para os tratamentos estudados, evidenciando a confiabilidade dos dados.

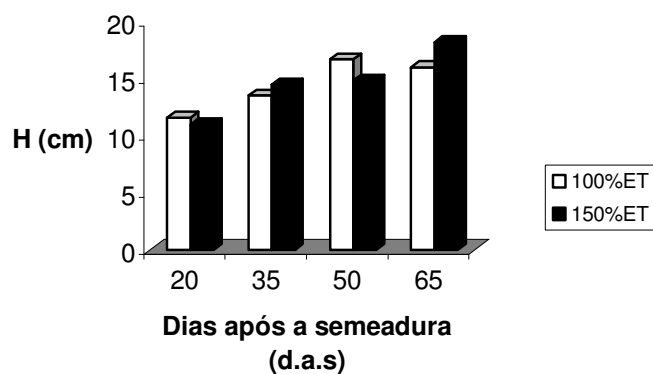


Figura 18. Valores médios da altura da parte aérea (H, cm) das plantas de guapuruvu aos 20, 35, 50 e 65 dias após a semeadura (d.a.s) para os níveis de irrigação 100 e 150% ET.

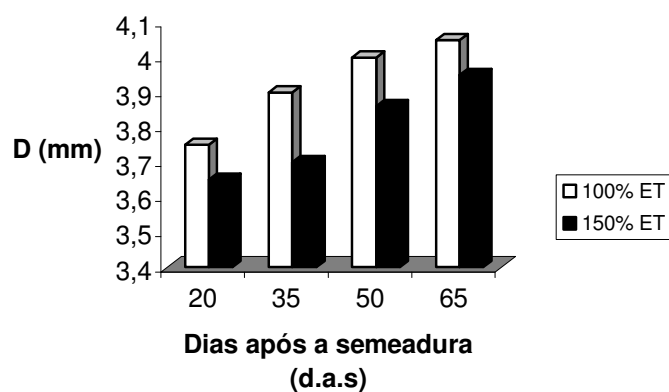


Figura 19. Valores médios do diâmetro do colo (D, mm) das plantas de guapuruvu aos 20, 35, 50 e 65 dias após a semeadura (d.a.s) para os níveis de irrigação 100 e 150% ET.

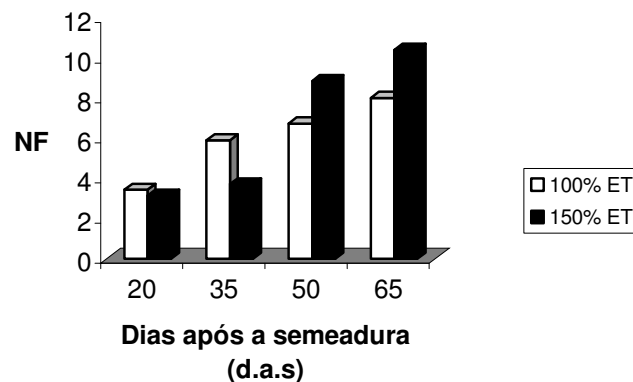


Figura 20. Valores médios do número de folhas das plantas de guapuruvu aos 20, 35, 50 e 65 dias após a semeadura (d.a.s) para os níveis de irrigação 100 e 150% ET.

Para a característica matéria seca (Tabela 22 e Figura 21), pode-se verificar que houve diferenças estatísticas. Para a característica matéria seca da raiz proporcionaram maiores valores os substratos 8, 9 (plantmax®, composto de lixo, vermiculita e terra) 12, 13, 14 e 15 (esterco, composto de lixo, vermiculita e terra). Para a característica matéria seca da parte aérea apresentaram maiores valores médios as plantas do substrato 1 (plantmax®, vermiculita e terra), 7, 8, 9 (plantmax®, composto de lixo, vermiculita e terra), 13, 14 e 15 (esterco, composto de lixo, vermiculita e terra).

Para a característica matéria seca da parte aérea, pode-se inferir que a presença de composto de lixo ao substrato foi importante no desenvolvimento das plantas. Fatos que são concordantes aos de COSTA et al. (2001), que em experimento de campo, observaram que a aplicação de composto de lixo urbano propiciou aumentos lineares na produção de matéria seca de alface em dois cultivos sucessivos.

Verificou-se a ocorrência de grande variação de composto de lixo urbano nas proporções utilizadas para a característica matéria seca da parte aérea (15% e 60%, respectivamente para os substratos 7 e 15). Discordando de STRINGUETA et al. (1999), que utilizando diferentes proporções de composto de lixo e palha de arroz carbonizada adicionados com condicionadores da mistura de solo mais areia, concluíram que a produção de matéria seca e fresca das folhas de crisântemo aumentou com a elevação do teor de lixo urbano no substrato.

Entre os níveis de irrigação utilizados houve diferenças estatísticas para a característica matéria seca (Tabela 22). Concordando com FACHINI (2002) que avaliando a massa seca em cultivo de mudas cítricas em substratos sobre ambiente protegido, verificou que as raízes que apresentaram as maiores massas foram as raízes das plantas que utilizou níveis de irrigação 100 e 150% ET.

Tabela 22. Resumo da análise de variância para matéria seca da raiz e parte aérea após 150 dias após a semeadura (d.a.s) nos 15 tratamentos utilizados para a espécie guapuruvu.

Substratos (S)	Matéria Seca Raiz	Matéria Seca Parte Aérea
1	0,41 b	0,61 a
2	0,29 b	0,49 b
3	0,45 b	0,42 b
4	0,32 b	0,46 b
5	0,25 b	0,40 b
6	0,36 b	0,51 b
7	0,45 b	0,80 a
8	0,60 a	0,82 a
9	0,55 a	0,76 a
10	0,34 b	0,45 b
11	0,30 b	0,42 b
12	0,62 a	0,37 b
13	0,48 a	0,71 a
14	0,64 a	0,71 a
15	0,60 a	0,82 a
Teste F	2,20 *	3,52 **
Níveis de Irrigação (I)		
I	0,38 b	0,50 b
II	0,51 a	0,66 a
Teste F	7,64 **	11,95 **
SxI	0,92 ^{NS}	2,08 *
CV	40,76	30,73

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, *, **, CV e Sx I representam respectivamente: não significativo a 5 % de probabilidade, significativo a 1% e a 5%, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

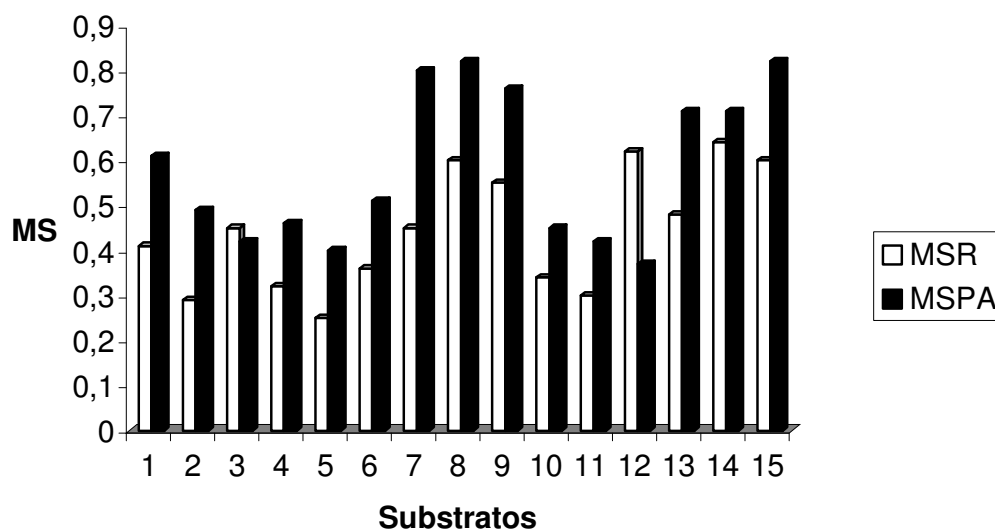


Figura 21. Valores médios de matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas em gramas (g) nos diferentes substratos.

4.3.2 Índices de qualidade de mudas

Algumas relações entre alguns parâmetros morfológicos usados para avaliar a qualidade de mudas de espécies arbóreas estão apresentados na Tabela 23. Para a relação altura da parte aérea combinada com o respectivo diâmetro do colo (H/D), observou-se que estes valores foram favoráveis para o estabelecimento das mudas após o plantio.

Para o índice obtido pela divisão da altura da parte aérea com a matéria seca da parte aérea pode-se verificar que houve variação dos valores nos substratos estudados, e que os menores valores foram proporcionados pelos substratos 7, 8, 9, 13, 14 e 15.

Para a relação entre a matéria seca da parte aérea pela matéria seca da raiz não houve grande variação desses valores.

Estabelecendo como valor mínimo de 0,20 recomendado por HUNT (1990), observa-se que as mudas de guapuruvu, atingiram esse valor nos substratos 8, 9, 10, 12, 13, 14 e 15 (todos com composto de lixo em sua constituição), indicando que apresentam qualidade para serem plantadas no campo. HUNT (1990) recomenda o índice de qualidade de Dickson (IQD) como sendo um bom indicador da qualidade de

muda de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco e *Picea abies* L. No entanto, segundo FONSECA et al. (2002) os parâmetros morfológicos e as relações utilizadas para a avaliação da qualidade de mudas não devem ser utilizados isoladamente para a classificação do padrão da qualidade de mudas, a fim de que não corra o risco de selecionar mudas altas, porém fracas, descartando as menores, mas com maior vigor.

Tabela 23. Resumo da análise de variância para altura/diâmetro do colo (H/D), altura / matéria seca da parte aérea (H/MSPA), matéria seca da parte aérea/ peso de matéria seca de raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IDQ) para mudas de guapuruvu em resposta a diferentes substratos e níveis de irrigação (100% ET e 150% ET) aos 150 dias após a semeadura.

Substratos (S)	H/D	MSR+MSPA	H/MSPA	MSPA/ MSR	IDQ
1	4,42 b	1,02 b	32,4 b	1,60 a	0,17 a
2	4,52 b	0,81 b	39,85 a	1,42 a	0,14 a
3	4,27 b	0,74 b	44,52 a	1,17 a	0,13 a
4	4,33 b	0,84 b	32,82 b	1,87 a	0,14 a
5	3,91 b	0,75 b	50,12 a	1,12 a	0,15 a
6	4,36 b	0,87 b	32,02 b	1,72 a	0,19 a
7	5,51 a	1,33 a	28,02 c	1,67 a	0,19 a
8	4,50 b	1,36 a	23,75 c	1,35 a	0,23 a
9	3,98 b	1,13 a	25,67 c	1,62 a	0,25 a
10	4,26 b	1,37 a	35,50 b	1,30 a	0,25 a
11	4,00 b	0,74 b	47,02 a	1,17 a	0,14 a
12	3,62 b	1,00 b	41,07 a	0,77 a	0,22 a
13	3,95 b	1,29 a	24,72 c	2,45 a	0,46 a
14	4,36 b	1,55 a	22,82 c	1,15 a	0,28 a
15	4,27 b	1,53 a	26,17 c	0,83 a	0,30 a
Teste F	3,48 **	3,18 **	5,32 **	0,77 ^{NS}	1,56 ^{NS}
Níveis de Irrigação (I)	H/D	MSR+MSPA	H/MSPA	MSPA/ MSR	IDQ
1	3,96 b	0,95 b	38,75 a	1,43 a	0,21 a
2	4,61 a	1,21 a	28,99 b	1,43 a	0,20 a
Teste F	25,92 **	8,32 **	26,37 **	0,00 ^{NS}	0,00 ^{NS}
S x I	1,28 ^{NS}	1,65 ^{NS}	4,28 **	1,56 ^{NS}	0,99 ^{NS}
CV	11,45	31,36	21,74	63,77	68,67

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si respectivamente a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

^{NS}, CV e S x I representam respectivamente: não significativo, coeficiente de variação e interação entre substrato e irrigação.

Assim, pelos resultados obtidos pode-se inferir que para *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (guapuruvu) o composto de lixo urbano não prejudica o desenvolvimento das mudas, determinando valores de altura da parte aérea e matéria seca da raiz, parte aérea e índice de qualidade de mudas significativos.

5. CONCLUSÕES

De acordo com as condições em que se desenvolveu o presente trabalho pode-se concluir que:

Para *Tabebuia heptaphylla* (ipê-roxo), os substratos que apresentaram maiores valores foram o 2 e 3 (plantmax[®], esterco, vermiculita e terra) para a altura da parte aérea e número de folhas e o 1 (plantmax[®], vermiculita e terra), 2 e 3 (plantmax[®], esterco, vermiculita e terra) para o diâmetro do colo. Quanto ao IDQ, proporcionaram respostas favoráveis os substratos 1 e 2.

Para *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (jequitibá) os substratos que apresentaram maiores valores foram o 2 e o 3 (plantmax[®], esterco, vermiculita e terra) para a altura da parte aérea e o 1, 2 e 3 para o diâmetro do colo e quanto ao número de folhas não houve diferenças estatísticas para a maioria dos períodos avaliados. Já para o IDQ, proporcionaram respostas favoráveis os substratos 3 (plantmax[®], esterco, vermiculita e terra), 7, 10 (plantmax[®], composto de lixo, vermiculita e terra), 11 (composto de lixo, vermiculita e terra), e 15 (esterco, composto de lixo, vermiculita e terra).

Para a espécie *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (guapuruvu) houve diferença estatística para os substratos somente para a altura da parte aérea, destacando-se os substratos 7 e 8. Para o IDQ, proporcionaram respostas favoráveis os substratos 8, 9, 10 (plantmax[®], composto de lixo, vermiculita e terra), 12, 13, 14 e 15 (esterco, composto de lixo, vermiculita e terra). Portanto, para esta espécie, o estudo demonstra a possibilidade de utilização de composto de lixo urbano.

Quanto aos níveis de irrigação testados, para todas as espécies estudadas, o nível de irrigação 150% ET destacou-se em relação ao nível 100% ET.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD, M.; MARTINEZ- HERRERO, M. D; MARTINEZ GARCIA, P. F.; MARINEZ-CARTE, J. Evaluacion agronômica de los substratos de cultivo. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 11, p. 141-154, 1992.
- ABREU, C. A.; CAMPOS NETTO, R. B.; BARROS, N. F de. Crescimento de mudas de quatro espécies de eucalipto sob condições de solo encharcado. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 17, n. 1, p. 1-9, jan./abr.1993.
- ABREU Jr., C.H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F. C. Carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre em solos tratados com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 769-780, jul./set. 2002.
- ABREU Jr., C. H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A. F.; ALVAREZ, V. F. C. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto lixo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 645-657, jul./sep. 2000.
- AGUIAR, I. B., VALERI, S. V., BANZATTO, D. A., CORRADINI, L., ALVARENGA, S. F. Seleção de componentes de substrato para produção de mudas de eucalipto em tubetes. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41/42, n.1, p.36-43, 1989.
- ALVARENGA. R. C.; DANTAS, C. E.; LOBÃO, D.E.; BARROS, N. F. Efeitos do conteúdo de água no solo e da poda de raízes sobre o crescimento de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 107-114, maio/ago. 1994.
- ALVES, W. L.; PASSONI, A. A. Composto e vermicomposto de lixo na produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* (BENTH) para arborização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n.10, p. 1053-1058, out. 1997.
- ALVES, W.; MELO, W.; FERREIRA, M. Efeito do composto de lixo urbano em um solo arenoso e em plantas de sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p.729-736, jul./set. 1999.
- ANDRADE NETO, A. de. **Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes**. 1998. 65 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

ANDRIOLO, J.L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p.26-32, 2000.

AYUSO, M.; PASCUAL, J. A.; GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, T. Evaluation of urban wastes for agricultural use. **Soil Science Plant Nutrition**, Tokyo, v. 42, n. 1, p. 105-11, mar. 1996.

BAUMGARTEN, A. Methods of chemical and physical evaluation of substrates for plants. In: Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Coord. Furlani et al. III Ensub - Instituto Agronômico de Campinas, Documentos IAC, 70, Campinas 2002, 122p.

BERTON, R. S. Utilização do composto de lixo urbano na agricultura. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos...** Águas de Lindóia, 1996. 1 CD-ROM.

BERTON, R. S.; VALADARES, J. M. A. S. Potencial agrícola do composto de lixo urbano no estado de São Paulo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 43, n.1, p. 87-94, 1991.

BERTON, R. S.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. Absorção de nutrientes pelo milho em resposta a adição do lodo de esgoto a cinco solos paulistas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 187-192, maio/ ago. 1989.

BEVACQUA, R. F.; MELANO, V. J. Cumulative effects of sludge compost on crop yields and soil properties. **Communication in Soil Science Plant Analysis**, New York, v. 25, n. 3-4, p. 395- 406, 1994.

BIERREGAARD JÚNIOR., R. O. et al. The biological dynamics of tropical rainforest fragments a prospective comparasion of fragment and continuous forest. **Bioscience**, v. 42, p. 859-866, 1992.

BRISSETE, J. C; BARNETT, T. D. Container Seedlings. In: DURYEA,; M. L., DOUGHERTY, P. M. (Ed.) **Forest regeneration manual**, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 117-141.

BRONER, I.; LAW, R. A. P. Evaluation of modified atmometer for estimating reference ET. **Irrigation Scientia**, Heidelberg, v.12, n. 1, p.21-26, feb. 1991.

BUDOWSKI, G. Distribution on tropical american rain Forest species in the light of sucessional processe. Turrialba, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

BURNETT, A. N. New methods for measuring root growth capacity: their value in assessing lodgepole pine stock quality. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 9, p. 63-67, 1979.

CAMPOS, L. A. A. et al. A Influência de profundidade de semeadura e substratos no desenvolvimento inicial de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.). **Científica**, v. 14, n. 1/2, p. 101-113, 1986.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; MORAES, A. A.; RUMJANEK, V. M.; OLIVARES, F. L. Avaliação de características ácidos húmicos de resíduos de origem urbana: métodos espectroscópios (UV- Vis, VI, RMN¹³ C-CP/MAS) e microscopia eletrônica de varredura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 741-750, out./dez. 2001.

CANET, R.; POMARES, F.; TARAZONA, F. Chemical extractability and availability of heavy metals after seven years application of organic wastes to a citrus soil. **Soil Use and Management**, Aberdeen, v.13, p.117-121, 1997.

CARNEIRO, J. G. A. **Determinação do padrão de qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. para plantio definitivo**. 1976. 70 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Paraná, 1976.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: FUPEF, 1985. 451 p.

CARNEIRO, J. G. A. **Variações na metodologia de produção de mudas florestais afetam os parâmetros morfológicos que indicam sua qualidade de mudas florestais**. Curitiba. UFPR/FUNEP, Campos dos Goytacazes: UENF, 1995. 451p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécie florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1994. 640 p.

COELBA – **Guia de arborização urbana**: diretoria de Gestão de Ativos – Departamento de Planejamentos dos Investimentos – Unidade de Meio Ambiente, 2002, 56 p.

COKER, E.G.; MATTHEWS, P. J. Metals in sewage sludge and their potential effects in agriculture. **Water Science and Technology**, v.1, n. 15, p. 209-225, 1983.

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

CRAVO, M. S.; MURAOKA, T.; GINÈ, M. F. Caracterização química de compostos de lixo urbano de algumas usinas brasileiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 547-553, jul./set. 1998.

COUTINHO, M. P.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. Substrato de cavas de extração de argila enriquecido com subprodutos agroindustriais e urbanos para produção de mudas de sesbânia. Viçosa, **Revista Árvore**, v. 30, n.1, 2006.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A. de; BRUNO, R. L. A. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. Viçosa, **Revista Árvore**. v. 29, n. 4, 2005.

DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, v. 36, n.1, p. 10-13, 1960.

ETTORI, L.C.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; SATO, A. S.; CAMPOS, O. R. Variabilidade genética em populações de Ipê-roxo – *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. – para conservação ex situ. **Revista do Instituto Florestal**, v. 8, n.1, p. 61-70, jul.1996.

FAO. **Diretrizes para avaliação de países tropicais e subtropicais**. Roma: 2000, 44 p.

FACHINI, E. **Diferentes níveis de irrigação e a utilização do composto de lixo orgânico na formação de mudas cítricas**. 2002. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

FARIA, J. M. R. Propagação de espécies florestais para recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR: CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFLA/CEMIG., 1999. p. 69-79.

FASSBENDER, H. W. **Química de solos**: com ênfase em solos de América Latina. San José: Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1978. 398 p.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; FONSECA, F. C. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 35, n. 6, p. 1191-1198, 2000.

FERREIRA, M. R. **Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em resposta a tamanhos de embalagens, substratos e fertilização NPK**. 1994, 44 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

FERREIRA, M. G. M.; CANDIDO, J. F.; CANO, M. A. O. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas- I: Germinação. **Revista Árvore**, Viçosa, v.1, n.2. p. 61-67, 1997.

FONSECA, E. P.; VALERI, S. V.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, jul./ago. 2002.

FRANCECATO, R. D. C. **Influência de frequência de irrigação, substrato e adubo de liberação lenta na produção do porta-enxerto cítrico limão cravo (Citrus limonia Osbeck)**. 1995. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

GALBIATTI, J. A. **Efeito do uso contínuo de efluente de biodigestores sobre algumas características físicas do solo e o comportamento do milho (Zea Mays L.)**. 1992. 212 f. Tese (Livre Docencia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.

GARCIA, C.; HERNANDEZ, T.; COSTA, F.; PASCUAL, J. A. Phytotoxicity due to the agricultural use of urban wastes. Germination experiments. **Journal of Food Science and Technology**, v. 59, n. 3, p. 313-319, 1992.

GIUSQUIANI, P. L.; PAGLIAI, M.; GIGLIOTTI, G.; BUSINELLI, D.; BENETTI, A. Urban waste compost: effects on physical, chemical, and biochemical soil properties. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 24, n. 1, p. 175-182, jan./feb. 1995.

GOH, K. M.; HAYNES, R. J. Evaluation of potting media for commercial nursey production of container grow plants: 1 - Physical and chemical characteristics of soil soiless media and their constituents. **New Zeland Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 20, n. 1, p. 363-370, 1977.

GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. In: Curso de atualização geral para técnicos agrícolas e florestais. Viçosa- MG, Universidade Federal de Viçosa- Departamento de Engenharia Florestal, Sociedade de Investigações Florestais, 1992. p. 7-72.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens**

de N-P-K. 2001. 166 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992. **Anais...** p. 463-469.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: USP/ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM, 1996. 1 CD-ROM.

GONÇALVES, J. L. M.; RAIJ, B. van.; GONÇALVES, J. C. Florestais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2 ed, Campinas: Instituto Agrônomo/ Fundação IAC, 1997. p.245-259 (Boletim Técnico, 100).

GREY, M.; HENRY, C. Nutrient retention and release characteristics from municipal solid waste compost. **Compost Sci. Util.**, v. 7, p. 42-50, 1999.

GUERRINI, A. TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 6, p.1069-1076, nov./dez. 2004.

HANDRECK, K.A. Vermicomposts as components of potting media. **Biocycle**, v.27, n.9, p.58-62, 1986.

HANDRECK, K.; BLACK, N. **Growing media for ornamental plants and turf.** Sydney: University of New South Wales Press, 1999. 448 p.

HE, X. T.; TRAINA, S. J.; LOGAN, T. J. Chemical properties of municipal solid waste composts. **Journal of Environmental Quality**, v. 21, p. 318-329, 1992.

HENIN, S.; GRAS, R.; MONNIER, G. **Os solos agrícolas.** Rio de Janeiro: Forense, Universitária, 1976. 327 p.

HERNANDO, S.; LOBO, M.C., POLO, A. Effect of the application of a municipal refuse compost on the physical and chemical properties of a soil. **Science of the Total Environment**, v.1, n. 81, p. 589-596, 1989.

HORTENSTINE, C. C.; ROTHWELL, D. F. Pelletized municipal refuse compost as a soil amendment and nutrients source for sorghum. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 2, n. 3, p. 343-345, 1973.

HUE, N. V. **Sewage sludge**. In: RECHCIGL, J. E., ed. Soil amendments and enviromental qualith. Boca Raton, Lewis Publishers, 1995. p. 199-247. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/

condicaodevida/pnsb/lixo_coletado/defaultlixo.shtm - 17k - 23 maio 2005.

HUNT, G. A. Effect of stryrobblock design and cooper treatament on morfology of conifer seedlings. In: TAGET SEEDLINS SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort Collins: UNITED States Departament of Agriculture, Foresty Service, 1990. p. 218-222 (RM-GTR-200).

JOHNSON, J. D.; CLINE, P. M. Seedling quality of southern pines. In: DUREYA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Eds.). **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 143-162.

JUDD, W. S., CAMPBELL, C. S., KELLOGG, E. A.; STEVENS, P.F. Plant Systematics: a phylogenetic approach. Sunderland: Sinauer Associates, 1999.

KAGEYAMA, P. Y.; VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 197-215.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C.F.A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**, Piracicaba, v.41/42, p. 83-93, 1989.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C.F.A.; CARPANEZZI, A. A Implantação de matas ciliares: Estratégia para auxiliar à sucessão secundária. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989. **Anais...** Fundação Cargill, 1996. 335p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KIEHL, E. J.; PORTA, A. **Análise de lixo e composto**: métodos de amostragem, preparo da amostra, análises, cálculos e interpretações dos resultados analíticos. Piracicaba: ESALQ, USP, 1980. 62 p.

LEDO, A. A. M. **Estudo da causa de dormência em sementes de guapuruvu (*Schzolobium parahyba* (Vell) Blake) e orelha de negro (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morong) e métodos para sua quebra.** 1977. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 1977.

LEDO, F. J. S.; SOUSA, J. A.; SILVA, M. R. Desempenho de cultivares de alface no Estado do Acre. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18 n. 3, p. 225-228, 2000.

LIMA, J. E. O. Produção de mudas na África do Sul. **Laranja**, São Paulo v.14, n. 1, p. 127-36, 1993.

LOPES, J. L. W. Efeitos na irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.1, n. 68, p. 97-106, ago. 2005.

LONGHI, R. A. Livro das árvores: árvores e arvoretas do Sul. 2. ed. Porto Alegre: L&PM, 1995. 176p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 352 p.

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

MATTIOZZO-PREZOTTO, M.E. Química Ambiental e Agronomia. In: DECHEN, A.R.; BOARETO, A.E & VERDADE, F.C., coords. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba, 1992. Anais. Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.157-78.

MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S.; ASSIS, F. N.; MENDEZ, M. E. G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.1, p.24-30, 1999.

MAY, J. T. **Basic concepts of soils management**. In: SOUTHERN pine nursery handbook. (S. I.): USDA. For. Serv., Southern Region, 1984. cap. 1, p. 1-25.

MANZUR, G.L. **O que é preciso saber sobre limpeza urbana**. Rio de Janeiro: IBAM/MBES, 1993.

MAZUR, N. **Níquel, chumbo, zinco e cobre em solos que receberam composto de resíduos sólidos urbanos**. 1997. 129 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; SILVA, F. C.; BOARETO, A.E. Uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26. 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. 1 CD ROM.

MILNER, L. **Manejo de Irrigação e fertirrigação em substratos**. In: FURLANI, A. M. C; BATAGLIA, O. C.; ABREU, C.A.; FURLANI, P. R.; QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p. 45-51. (Documento 70).

MOLINA, M.V. **Nitrogênio e metais pesados em latossolo e eucalipto cinquenta e cinco meses após a aplicação de biossólido**. 2004. 66 f. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MONTEIRO, J. H. P. **O composto orgânico no combate a erosão pluvial**. Rio de Janeiro: Centro de Pesquisas Aplicadas da COLURB, 1981.

MONTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Alterações nos atributos de fertilidade do solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 817-824, set./out. 2005.

NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R. F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Ed.). **Relação solo eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. p. 99-126.

NUVOLARI, A. et al. Aplicação de lodo de esgoto municipal no solo. Influência na capacidade de campo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM-CONIRD. 11., 1997, Campinas. **Anais...** Campinas, 1996. p. 403-411.

OLIVEIRA, F. C. **Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano num Latossolo Vermelho - Amarelo cultivado com cana-de-açúcar**. 2000. 207 f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C.R.; ABREU JUNIOR, C.H. Alterações em atributos químicos de um latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.12, p. 529-538, dez. 2002.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação da semente de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1. 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59-90.

PEREIRA NETO, J.T. **Quanto vale nosso lixo**: Projeto Verde Vale. Viçosa: UNICEF, 1999.

POGGIANNI, F.; BENNEDETTI, V. Aplicabilidade do lodo filtrado de esgoto produzido na região metropolitana de São Paulo em plantações florestais de rápido crescimento. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, n.1 p. 163-178, 2000.

POTOMATTI, A.; BARBOSA, L. M. **A situação atual da recuperação de áreas degradadas no Estado de São Paulo e a importância da Resolução SMA 21 de 21/11/2001**. In: Curso de Capacitação Técnica: Recuperação de Áreas degradadas e tecnologia de sementes de espécies florestais nativas de Estado de São Paulo. Ilha Comprida, SP: Prefeitura Municipal de Ilha Comprida; SMA, IBT. p. 01-02. 2003.

RAIJ, B. Van; **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

RESENDE, L. P.; AMARAL, A. M.; CARVALHO, S. A.; SOUZA, M. Volume de substrato e superfosfato simples na formação do limoeiro 'cravo' em vasos. Efeito no crescimento vegetativo. **Laranja**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 154-164, 1995.

RESENDE, A. V. de; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, 1999.

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, 2006.

SABRAH, R. E. A.; ABDEL- MAGID, H. M.; ABDEL- AAL, S. I.; RABIE, R. K. Optimizing physical properties of a sandy soil for higher productivity using town refuse compost in Saudi Arabia. **Journal of Arid Environment**, ., v. 29, p. 253-262, 1995.

SCARPARE FILHO, J.A. Viveiros para formação de mudas. In: MINAMI, K. (Ed.) **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. p. 47-51.

SÂMOR, O. J. M.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. S. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.2, p.209-215, jul. /ago. 2002.

SANDERSON, K. C. Use of sewage-refuse compost in the production of ornamental plants. **AMERICAN SOCIETY FOR HORTICULTURAL SCIENCE**, Alexandria, v.15, n.2, p.173-178, apr. 1980.

SAN MARTIN, E. **Lixo urbano**: um artigo de luxo no Brasil., São Paulo: Banas Ambiental, n.4, p.26-31, 2000.

SAWHNEY, B. L.; BUGBEE, G. T.; STILWELL, D. E. Leachability of heavy metals from growth media containing source-separated municipal solid waste compost. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 23, p. 718-722, july./aug. 1994.

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

SHIRALIPOUR, A.; LEEGE, P. B.; PORTIER, K. M. **Using compost products in vegetable production**. In: BROWN, S.; ANGLE, J. S & JACOBS, L. (Ed.). Beneficial co - utilization of agricultural, municipal and industrial by-products. Kluvier Academic Publishers, 1998. p. 363-375.

SILVA, F. C. da, SILVA, C. A., BERGAMASCO, A. F. Disponibilidade de micronutrientes em cinco solos em função do tempo de incubação de um composto de lixo. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1 p. 224-234, 2006.

SILVA, F. C. da; BERTON, R. S.; CHITOLINA, J. C.; BALESTEIRO, S. D. **Uso agrícola do composto de lixo no Estado de São Paulo**: recomendações técnicas. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2002. (Circular Técnica). Sistema Especialista para Aplicação do Composto de Lixo.

SODRE, G. A; ANDRADE, T. A. S. **Estudo da composição química do fitoresíduo de matadouros e ou frigoríficos e seu potencial poluidor**. 1994. 36 f. Monografia (Curso de Pós graduação)- Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC, Ilhéus, 1994.

SODRE, G. A. Características químicas de substratos utilizados na produção de mudas de cacaueiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, 2005.

STRINGUETA, A. C. O.; FONTES, L. E. F.; LOPES, L. C.; CARDOSO, A. A. Crescimento de crisântemo em substrato contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n.11, p. 795-802, nov. 1996.

STRINGUETA, A. C. O.; MARTINEZ, H. P.; CARDOSO, A. A.; FONTES, L. E. F. Teor de macronutrientes em folhas de crisântemo, cultivado em substratos contendo casca de arroz carbonizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS. 1999, Jaboticabal. **Resumo...** Jaboticabal: UNESP, 1999. p. 71.

STURION, J. A. ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo: 2000, p. 125-150.

TEIXEIRA, B. T.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H.; JÚNIOR, J. F.; DUTRA, S. **Uso do composto de lixo urbano na produção de mudas de abieiro. Comunicado Técnico 86**, Belém, 2003.

TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual para interpretação de análise do solo**. Guaíba: Agropecuária, 247p. 1997.

TÚLLIO JR, A.A.; NOGUEIRA, R.R.; MINAMI, K. Uso de diferentes substratos na germinação e formação de mudas de pimentão (*Capsicum annum* L.). **O Solo**, Piracicaba, n. 78, p. 15-18, 1986.

TRINDADE, A. V.; MUCHOVEJ, R. M. C.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. B.; Crescimento e nutrição de mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta a composto orgânico ou adubação mineral. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 48, n. 278, p. 181-194, nov/dez. 2001.

VALERI, S. V et. al. Efeitos da adubação NPK no desenvolvimento inicial de progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em condições de casa de vegetação. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1. 1993, Curitiba. CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7. 1993: Curitiba. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993, p. 246-248.

- VALERI, S. V.; SILVA, L. M.; PAULA, R. C.; FONSECA, E. P. Efeito de componentes de substratos na produção de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., 2000, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro, 2000. p.119-120.
- VERAS, L. R. V. A vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciado com composto de lixo urbano. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 218-224, jul/ set. 2004.
- VERDONCK, O.; GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.221, p.19-23, 1984.
- VERDONCK, O.; VLEESCHAUWE, D.; DEBOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.126, p.251-258, 1981.
- WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2002. 166 p.
- WONG, M. T. F.; NORTCLIFF, S.; SWIFT, R. S. Method for determining the acid ameliorating capacity of plant residue compost, urban waste compost, farmyard manure, and peat applied to tropical soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 29, p. 2927-2937, 1998.
- XIN, T. H.; TRAINA, S. J.; LOGAN, T. J. Chemical properties of municipal solid waste compost. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 21, n. 3, p. 318-329, 1992.