

Efeito de níveis de irrigação em substratos para a produção de mudas de ipê-roxo

Effect of irrigation levels in substrates for "ipê-roxo" seedlings production

Débora Zumkeller Sabonaro¹ e João Antonio Galbiatti²

Resumo

Com objetivo de avaliar o comportamento de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) em diferentes substratos e níveis de irrigação foi instalado experimento no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal - SP. O experimento seguiu um delineamento estatístico inteiramente casualizado com 30 tratamentos num esquema fatorial 15 x 2 [15 substratos e 2 níveis de irrigação (100% e 150% da evapotranspiração)] em 2 repetições. Os substratos foram constituídos de diferentes combinações de materiais: composto de lixo, Plantmax, esterco de gado curtido, vermiculita e solo. Para acompanhar o crescimento das mudas da espécie estudada, foram avaliadas as seguintes características: altura da parte aérea (H) e o diâmetro do colo (D). As características (H e D) foram medidas aos 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura. Através da análise dos resultados obtidos, concluiu-se que o composto de lixo urbano não favoreceu o crescimento das plantas. Quanto aos níveis de irrigação testados, pôde-se verificar que houve diferenças estatísticas e o nível de irrigação 150% ET se destacou em relação ao 100% ET.

Palavras-chave: Mudas, Substratos, Composto de lixo urbano, Irrigação

Abstract

The aim of this work was to evaluate the ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) seedlings behavior in different substrates and irrigation levels and also study the use of urban waste compost in the substrates. The experiment was conducted in the agricultural engineering department at the Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, SP. The experimental design used was the completely randomized with 30 treats and 2 replicates, in a 15x 2 factorial arrangement [15 substrates and 2 irrigation levels (100% and 150% of evapotranspiration)]. 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 seedlings height (H) and stem diameter (D). Evaluations (H and D) were made on 90, 105, 120, 135 and 150 days after sowing. The statistical analysis showed significant differences between the irrigation levels. According to the results, we can conclude that urban waste compost did not increase Blake development. For tested irrigation levels, the statistical analysis showed significant differences with better results for the 150% ET irrigation level compared to 100% ET.

Keywords: Seedlings, Substrate, Urban solid waste, Irrigation

INTRODUÇÃO

Com relação à produção de mudas de espécies vegetais, a necessidade hídrica, em sua fase de formação e desenvolvimento, é de fundamental importância. A 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 acúmulo de lixiviados no solo (LOPES, 2005).

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

¹Mestre em Agronomia pelo Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n - Jaboticabal, SP - 14884-900 - Email: dzsabonaro@hotmail.com

²Professor Titular do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n - Jaboticabal, SP - 14884-900 - Email: galbi@fcav.unesp.br

durante o período noturno, reduzindo os riscos de doenças nas mudas.

Diversos materiais de origem vegetal e animal têm sido utilizados no preparo de substratos orgânicos para a produção de mudas. Dentre os elementos que podem ser combinados para serem utilizados como substratos estão a vermiculita, o húmus de minhoca, os esterco bovinos, a moínha 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 (VERDONCK *et al.*, 1984).

Apesar dos efeitos benéficos como fonte de matéria orgânica, atuando tanto nas propriedades físicas quanto químicas do solo, contribuindo para o incremento de produtividade das espécies cultivadas, o uso do composto sólido de resíduo urbano, todavia, é limitado pelo seu alto teor de impurezas físicas e presença de metais pesados (MAZUR, 1997). Uma área de aplicação que não acarreta problemas à 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, Sanderson (1980), salientou que a utilização de composto ou mesmo lodo de esgoto seria ideal para a 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 na composição de 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 plantas daninhas de difícil erradicação. Sua remoção, porém, acaba causando danos à vegetação e ao solo.

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 e POGGIANI, 1996; CALDEIRA *et al.*, 2000).

Recentemente, grande atenção tem sido dada

ao plantio de espécies folhosas nativas para a recuperação de áreas degradadas. Contudo existem poucas informações do manejo e do processo silvicultural na formação de mudas de ipê-roxo.

O ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl. pertence à família Bignoniaceae que compreende 120 gêneros e 750 espécies, sendo esta família de fácil reconhecimento pois suas partes florais são bem características. Esta espécie é encontrada desde o Ceará até Minas Gerais, Goiás e São Paulo, tanto na mata pluvial atlântica como na floresta semidecídua, podendo ocorrer ocasionalmente no Cerrado e na Caatinga. É uma espécie secundária ótima para compor reflorestamentos destinados à recomposição vegetal de áreas degradadas de preservação permanente, prestando-se também para o paisagismo em geral, pois é uma árvore ornamental quando em floração, sendo uma das espécies mais cultivadas para arborização urbana (LORENZI, 1992).

Diante do exposto e sabendo-se que o êxito na recuperação de áreas degradadas e também na arborização urbana depende, entre outras, da qualidade das mudas produzidas, o objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento de mudas de ipê-roxo em diferentes substratos e diferentes regimes hídricos, e estudar a utilização do composto de lixo urbano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, SP. A classificação climática para a região, segundo Köppen, é do tipo Cwa, ou seja, subtropical úmido com estiagem no inverno.

As sementes para a produção de mudas foram obtidas junto ao Horto Florestal de Jaboticabal. Foram utilizados tubetes de plástico rígido (13 cm de altura com capacidade para 160 cm³ de substrato), os quais foram preenchidos com diferentes substratos e colocados num suporte, sob tela de polipropileno com 30% de sombreamento. Em cada tubete foram colocadas duas sementes, sendo efetuado o raleio em torno de 30 dias após a germinação. Sete dias após o raleio, as mudas foram colocadas a pleno sol.

Foram estudados 15 substratos, resultantes da combinação de Plantmax, esterco, composto de lixo, vermiculita e solo. Os tratamentos com os percentuais de cada um dos seus componentes estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Composição volumétrica (%) dos substratos utilizados na produção de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). (Percentage of materials used on substrates composition for ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) seedlings production)

Tratamentos	Plantmax	Esterco	Composto de lixo	Vermiculita	Solo
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 adquirido 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.

Foi realizada a análise da composição química e de uma característica física (Tabela 2) nos 15 substratos testados.

Tabela 2. Características químicas e físicas dos quinze substratos testados. (Chemical and physical characteristics in the fifteen tested substrates)

Substratos	Determinações	pH em CaCl ₂ 0,01 M	Densidade (g/cm ³)	Nitrogênio Total (%)	Fósforo (P ₂ O ₅) total (%)	Potássio (K ₂ O) total (%)	Cálcio (Ca) total (%)	Magnésio (Mg) total (%)	Carbono Total (orgânico e mineral) (%)	Carbono orgânico (%)	Relação C/N (C total e N total)
1	U.N	4,8	0,50	0,32	0,24	0,23	0,51	1,54	14,62	10,89	46/1
	B.S (110°C)			0,36	0,27	0,26	0,57	1,73	16,38	12,20	46/1
2	U.N	6,2	0,47	0,54	0,44	0,42	0,66	2,20	15,97	14,99	29/1
	B.S (110°C)			0,64	0,52	0,50	0,78	2,61	18,94	17,78	29/1
3	U.N	6,9	0,50	0,47	0,51	0,37	0,50	1,23	12,57	10,07	27/1
	B.S (110°C)			0,57	0,62	0,45	0,60	1,48	15,17	12,15	27/1
4	U.N	7,4	0,51	0,58	0,62	0,75	0,59	1,33	12,92	10,53	22/1
	B.S (110°C)			0,71	0,75	0,91	0,72	1,62	15,71	12,80	22/1
5	U.N	7,5	0,55	0,47	0,38	0,39	0,47	0,95	9,25	7,72	20/1
	B.S (110°C)			0,57	0,46	0,47	0,57	1,15	11,20	10,56	20/1
6	U.N	8,3	0,52	0,79	0,97	1,04	0,66	1,48	14,13	12,02	18/1
	B.S (110°C)			1,00	1,23	1,32	0,84	1,88	17,93	15,25	18/1
7	U.N	6,5	0,55	0,47	0,41	0,25	1,13	1,37	13,55	10,15	29/1
	B.S (110°C)			0,57	0,49	0,30	1,36	1,65	16,30	12,21	29/1
8	U.N	6,9	0,58	0,53	0,58	0,25	1,42	0,93	11,47	10,17	21/1
	B.S (110°C)			0,63	0,69	0,30	1,69	1,11	13,68	12,13	21/1
9	U.N	7,0	0,76	0,63	0,65	0,30	2,03	0,99	12,08	10,85	19/1
	B.S (110°C)			0,71	0,73	0,34	2,27	1,11	13,53	12,16	19/1
10	U.N	7,2	0,77	0,70	0,69	0,30	2,22	0,91	11,26	8,19	16/1
	B.S (110°C)			0,78	0,77	0,33	2,47	1,01	12,55	9,13	16/1
11	U.N	7,2	0,77	0,70	0,74	0,33	2,53	1,00	11,94	10,92	17/1
	B.S (110°C)			0,78	0,82	0,37	2,81	1,11	13,25	12,12	17/1
12	U.N	8,0	0,56	0,68	0,82	0,80	1,00	0,95	11,87	10,61	17/1
	B.S (110°C)			0,78	0,94	0,92	1,15	1,09	13,60	12,16	17/1
13	U.N	7,8	0,65	0,93	0,95	0,80	2,08	1,05	13,48	13,28	15/1
	B.S (110°C)			1,07	1,09	0,92	2,39	1,21	15,49	15,26	15/1
14	U.N	7,7	0,58	0,93	0,97	0,80	2,34	1,25	15,07	14,68	16/1
	B.S (110°C)			1,06	1,11	0,91	2,67	1,43	17,21	16,77	16/1
15	U.N	7,7	0,65	0,96	1,00	0,41	2,39	0,71	12,97	12,31	14/1
	B.S (110°C)			1,07	1,11	0,46	2,66	0,79	14,45	13,42	14/1

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

As análises do carbono orgânico total, relação carbono/nitrogênio, capacidade de troca de cátions (CTC) e os teores de macronutrientes foram realizados 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 foram realizadas segundo a metodologia proposta por Gonçalves e Poggiani (1996).

A adubação mineral inicial e de cobertura foram realizadas segundo recomendações de Gonçalves *et al.* (1997). Para a irrigação optou-se pela rega manual, através do uso de regador para se obter um melhor controle hídrico. O turno de rega adotado no início foi duas vezes ao dia e posteriormente o diário em dois níveis: 100% e 150% da evapotranspiração (ET) estimada pelo atmômetro, conforme Broner e Law (1991).

O crescimento das mudas foi acompanhado através das avaliações das seguintes características: altura da parte aérea (H) e diâmetro do colo (D), medido a 3 cm da superfície do substrato. As avaliações de altura da parte aérea e diâmetro do colo foram realizadas aos 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura.

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 (a análise de variância com teste F, com probabilidade de 1% e 5%: sendo as médias comparadas pelo teste de Scott Knott).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 3 e 5 são apresentados respectivamente os resultados da análise estatística dos valores da altura da parte aérea (H) e diâmetro do colo (D). A análise estatística dos parâmetros H e D demonstraram, através do teste F, que os substratos tiveram efeitos significativos no crescimento do ipê-roxo.

Constatou-se que os substratos 2 e 3 (Tabela 1) apresentaram maiores valores de altura da parte aérea (Tabela 3). Para o diâmetro do colo os substratos 1, 2 e 3 foram os que proporcionaram os maiores valores (Tabela 5), talvez pelo fato de serem os substratos com menores valores de densidade (Tabela 2). Já os substratos contendo composto de lixo, apresentaram valores maiores de densidade. Guerrini e Trigueiro (2004) estu-

Tabela 3. Altura média da parte aérea (H) das plantas (cm) aos 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura nos tratamentos estudados. (Results of statistical analysis: Seedlings height (H) in cm on 90, 105, 120, 135 and 150 days after sowing)

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

*, ** Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si respectivamente à 5% e a 1% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott. CV, S x I e ^{NS} representam respectivamente: coeficiente de variação, interação entre substrato e irrigação e não significativo.

dando atributos físicos e químicos de substratos com diferentes doses de biossólido e de casca de arroz carbonizada, com vistas em obter um meio de crescimento adequado para o crescimento de mudas, observaram que, à medida que se elevou a dose de biossólido no substrato, ocorreu um aumento da sua densidade. Como constatado também por Stringheta *et al.* (1997), em estudos usando como substrato composto de lixo urbano em mistura com casca de arroz carbonizada.

O pH com valores 4,8; 6,2 e 6,9 respectivamente para os tratamentos 1, 2 e 3 (Tabela 2), em conjunção com a irrigação e adubações efetuadas, além do provável efeito da densidade na quantidade de água disponível, podem ter proporcionado maior disponibilidade de nutrientes e desenvolvimento das plantas de ipê-roxo. Segundo Gonçalves e Poggiani (1996) e Valeri e Corradini (2000), a faixa de pH adequada para o desenvolvimento de mudas de espécies florestais é de 5,5 a 6,5.

Verificou-se que os maiores valores de pH (Tabela 2) ocorreram nos substratos cujas composições continham esterco e composto de lixo. Fatos que são concordantes aos de Alves e Passoni (1997) avaliando o composto orgânico e vermicomposto oriundos do lixo domiciliar, como

substratos para produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa*), utilizando proporções crescentes dos adubos orgânicos até a total substituição do solo no substrato, verificaram que os valores de pH, mostraram-se mais elevados nos substratos que receberam composto de lixo.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre substrato-irrigação para a altura da parte aérea (cm) aos 90 dias após a semeadura. (Results of statistical analysis: Seedlings height (H) in cm on 90 days after sowing).

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

Tabela 5. Diâmetro do colo (D) das plantas (mm) aos 90, 105, 120, 135 e 150 dias após a semeadura nos tratamentos estudados. (Results of statistical analysis: Seedlings stem diameter (D) in mm on 90, 105, 120, 135 and 150 days after sowing)

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

*, ** Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si respectivamente à 5% e a 1% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott. CV, S x I e NS representam respectivamente: coeficiente de variação, interação entre substrato e irrigação e não significativo.

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 mostrando que a adubação orgânica com composto de lixo urbano eleva o pH (ALVES *et al.*, 1999; ABREU JR. *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.

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, os valores elevados de pH, parece não ter auxiliado o crescimento das plantas, pois pode ser que 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 e Blanck (1994), 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.

Foi observado, em alguns dos tratamentos estudados, o amarelecimento das folhas na fase inicial do crescimento. Este amarelecimento pode ter comprometido o crescimento das mudas. Os altos valores de relação C/N (Tabela 2) podem ter causado a imobilização do nitrogênio, levando a deficiência deste elemento no solo.

O amarelecimento das folhas e os menores valores dos parâmetros avaliados podem estar relacionados em alguns tratamentos às altas proporções de composto de lixo aplicadas, assim como a não utilização de Plantmax ou esterco. Isso ficou caracterizado quando se aplicou o substrato 11, constituído de 75% de composto

de lixo, 15% de vermiculita e 10% de terra (Tabela 1). Fachini (2002), trabalhando com mudas de laranja, em casa de vegetação, mostrou que acima de 40% em volume, quanto maior a quantidade de lixo utilizada na mistura do substrato, menor foi o crescimento das plantas e, ainda, que essas apresentavam inicialmente uma coloração amarela que após algum tempo desaparecia. Esta última constatação é concordante com Stringheta *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%. Acima desse limite ocorreu uma redução do crescimento em altura das plantas e o substrato que apresentava 100% de composto de lixo orgânico foi o que proporcionou a menor taxa de crescimento 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 crescimento.

Como reconhecido por Carvalho (1994), o ipê-roxo ocorre naturalmente em solos arenosos e úmidos, bem drenados e com textura franca à argilosa. Nesta pesquisa, pode-se supor que a espécie estudada teve boas condições de drenagem para manifestar bons níveis de crescimento, uma vez que houve diferença significativa estatisticamente somente entre os níveis de irrigação utilizados para a altura da parte aérea aos 135 e 150 e para o diâmetro do colo aos 120 dias após a semeadura (Tabela 5). Verificou-se ainda, para a espécie estudada, que a necessidade de água foi variável com o estágio de crescimento 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 estágios de desenvolvimento da planta. Pôde-se verificar ainda, que as plantas dos tratamentos do nível de irrigação 150% ET que apresentaram valores significativos se destacaram 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 avaliou o cultivo de tomateiro em substratos sobre ambiente protegido.

Ainda com relação aos resultados da análise estatística, verificou-se que houve interação entre o substrato e a irrigação somente para a altura da parte aérea aos 90 dias após a semeadura (Tabela 4). Podendo inferir que os fatores substrato e irrigação não agem conjuntamente sobre o crescimento das plantas para a maioria dos

tratamentos estudados. Quanto ao coeficiente de variação (CV) (Tabelas 3 e 5), apresentaram valores baixos para os tratamentos estudados, evidenciando a confiabilidade dos dados.

Assim, pelos resultados obtidos, levando em consideração as condições em que foi realizado o experimento, pode-se inferir que o substrato contendo Plantmax apresentou valores que se destacaram no crescimento das plantas de ipê-roxo, desde que não apresente composto de lixo em sua constituição nas proporções estudadas. Esses resultados são concordantes aos de Machado *et al.* (2000), que observaram que os substratos mais eficientes para a produção *Eucalyptus grandis* em tubetes foram a mistura de composto orgânico mais vermiculita, Plantmax, moinha de carvão e terra de barranco.

CONCLUSÕES

Para o ipê roxo, nas condições em que foi realizado o experimento, o composto de lixo urbano prejudica o seu crescimento, determinando menores valores de altura da parte aérea e diâmetro do colo independentemente da dose aplicada.

Levando em consideração as diferentes composições dos substratos, nas condições em que o estudo foi desenvolvido, pode-se verificar que os substratos contendo Plantmax são eficientes para o crescimento das plantas da espécie estudada, desde que não apresente composto de lixo em sua constituição.

Quanto aos níveis de irrigação testados, para a espécie estudada, o nível de irrigação 150% ET destacou-se em relação ao nível 100% ET.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FCAV-UNESP pelo apoio recebido durante a execução do experimento e à Fapesp – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, 2002.

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, 1997.

ALVES, W.L.; 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*, Viçosa, v.23, p.729-736, 1999.

AYUSO, M.; PASCUAL, J.A.; GARCÍA, C.; HERNANDEZ, T. Evaluation of urban wastes for agricultural use. *Soil Science Plant Nutrition*, Tokyo, v.42, n.1, p.105-111, 1996.

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

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.57, p.161-170, 2000.

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

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

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. *Resumos*. Águas de Lindóia: Sociedade Latino-Americana de Ciência do Solo, 1996. CD-Rom.

GONÇALVES, J.L.M.; VAN RAIJ, B.; GONÇALVES, J.C. Florestais. In: VAN RAIJ, B.; 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).

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

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

- HANDRECK, K.A.; BRANCK, N.D. **Growing media for ornamental plants and turf**. Sydney: University of New South Wales Press, 1994. 448p.
- 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. 62p.
- LIMA, J.E.O. **Produção de mudas na África do Sul**. Laranja, São Paulo, v.14, n.1, p.127-136, 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, n.68, p.97-106, 2005.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 352p.
- 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, 1998.
- MACHADO, H.M.; NASCIMENTO, R.S.C.C.; ALKIMIM, A.F. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., 2000, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro, 2000. p.109-110.
- MAZUR, N. **Níquel, chumbo, zinco e cobre em solos que receberam composto de resíduos sólidos urbanos**. 1997. 129p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- OLIVEIRA, F.C. **Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano num Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar**. 2000. 247p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- SANDERSON, K.C. Use of sewage-refuse compost in the production of ornamental plants. **Horticultural Science**, Alexandria, v.15, n.2, p.173-178, 1980.
- STRINGHETA, 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, 1996.
- STRINGHETA, A.C.O.; RODRIGUES, L.A.; FONTES, L.E.F.; COSTA, C.A. Caracterização física de substratos contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada como condicionadores. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.155-159, 1997.
- VALERI, S.V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiro para produção de mudas de *Eucalyptus* e pinus. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.168-190.
- VERDONCK, O.; VLEESCHAUWE, D.; DEBOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.126, p.251-58, 1984.
- WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2002. 166p.
- WONG, M.T.F.; NORTCLIFFE, 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**, New York, v.29, p.2927-2937, 1998.

Recebido em 05/09/2006
Aceito para publicação em 04/07/2007