

**Eficiência de Diferentes Substratos e Regimes de
Fertirrigação no Desenvolvimento de Mudanças de *Cedrela
odorata* L**

**Performance of Morphologic Parameters of *Cedrela
odorata* L. in Different Alternative Substratum and
Fertigation Regimes**

Marcelo Bortoli Uliana

Mestrado em Produção Vegetal

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE

Marechal Cândido Rondon, PR

marcelo.uliana@yahoo.com.br

Erci Marcos Del Quiqui

Departamento de Ciências Agronômicas

Universidade Estadual de Maringá – UEM, Umuarama, PR

emdquiqui@uem.br

Ubirajara Contro Malavasi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE

Marechal Cândido Rondon, PR

umala@unioeste.br

Marlene de Matos Malavasi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE

Marechal Cândido Rondon, PR

marlenemalavasi@yahoo.com.br

Jean Carlo Possenti

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Dois Vizinhos, PR

jpossenti@utfpr.edu.br

Recebido em 30/09/2010 - Aceito em 16/12/2010.

RECEN Guarapuava, Paraná v. 12 n° 2 p. 247-267 jul/dez 2010

Resumo: A crescente demanda por mudas de espécies florestais nativas tem exigido pesquisas relacionadas ao uso de substratos e fertirrigação, capazes de proporcionar mudas com elevadas taxas de crescimento inicial e sobrevivência após o plantio, com menor custo. Assim, pretendeu-se, no presente estudo, identificar a melhor frequência de fertirrigação, substrato e tempo de permanência em viveiro das mudas de *Cedrela odorata*. O estudo foi realizado na Estação Experimental da UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, PR. O experimento foi conduzido segundo um esquema fatorial 4x4 em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro frequências de fertirrigação (0; 7; 14 e 21 dias) e quatro substratos (Substrato comercial, Mistura de bagaço de cana decomposto + húmus; Mistura de bagaço de cana decomposto + vermiculita + areia; e Mistura de bagaço de cana decomposto + vermiculita), com quatro repetições. Avaliou-se altura da planta, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, raiz e massa total, aos 50, 80, 110, 140 e 170 DAE. Os resultados indicam que, para o melhor desenvolvimento de mudas de cedro-rosa, recomenda-se fazer a fertirrigação a cada 14 dias, utilizando-se como substrato, bagaço de cana decomposto + húmus, estando as mudas aptas para plantio aos 140 dias DAE.

Palavras-chave: bagaço de cana; cedro; produção de mudas; substrato florestal.

Abstract: The growing demand for seedlings of native forest sorts has been demanding research regarding the use of substrates and fertigation, able to provide seedlings that present elevated rates of initial growth and survival after planting to the least possible cost. In this context, this work intended to contribute to identify the best frequency of *Cedrela odorata* seedlings fertigation, its substratum and time of its permanence in nursery. The study was accomplished in the Experimental Station of UNIOESTE (State University in the West Region of Paraná), Campus of Marechal Candido Rondon, in the state of Paraná. The experimental delineation used was in randomized blocks, with four fertigation frequencies (0; 7; 14 and 21 days and four substratum (Commercial Substratum, Mixture of cane pulp decomposed + humus; Mixture of cane pulp decomposed + vermiculita + sand; and Mixture of

cane pulp decomposed + vermiculita), with four repetitions. They were valued the height of plant, collect diameter, dry mass of the air part, root and total, relation breaks air/root. These parameters were valued to 50, 80, 110, 140 and 170 days after the seedlings emergence. Through the analysis of the obtained results, it was concluded that, for the best development of seedlings, it is recommended fertigation to each 14 days, as soon as the interval presented better results in several parameters. Furthermore, the obtained data also indicate the use of forest substratum, cane pulp decomposed + humus, being seedlings able for planting to the 140 days after emergence.

Key words: cedar; forest substrate; seedling production; sugar cane bagasse.

1 Introdução

A demanda por produtos de origem florestal aumentou sensivelmente nas últimas décadas, levando a silvicultura a buscar alternativas que pressupõem altas produtividades [1]. A produção de mudas florestais, em quantidade e qualidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de bons povoamentos florestais. O entendimento da nutrição das mudas e o uso de substratos de cultivos apropriados são fatores essenciais para definição de uma adequada recomendação de fertilização já que os substratos apresentam diferentes características químicas e físicas em função de suas composições, refletindo-se no desenvolvimento das espécies florestais, tanto no viveiro quanto no campo [2].

Diversos materiais de origem vegetal e animal têm sido utilizados no preparo de compostos orgânicos para produção de mudas. Entre materiais frequentemente utilizados como substrato, cita-se: casca de arroz carbonizada [3], esterco bovino [4], bagaço de cana [5], composto orgânico [6], casca de acácia-negra [7] e húmus de minhoca [8].

A escolha do substrato, quando da sua formulação, deve ser feita em função da disponibilidade de materiais, suas características físicas e químicas, seu peso e custo. É necessário, portanto, testar substratos alternativos e de fácil aquisição. Devido ao fato de as espécies florestais possuírem exigências nutricionais bastante distintas entre si,

nota-se uma grande repercussão sobre as diretrizes a serem adotadas no planejamento da adubação a ser realizada. Tendo em vista esse fato, a fertilização possui fundamental importância na produção de mudas de boa qualidade silvicultural, influenciando na capacidade de adaptação e crescimento [9].

Muito pouco se sabe sobre as quantidades de fertilizantes usados, frequência e intensidade da fertirrigação em produção de mudas florestais nativas. Porém o estágio, a estação do ano, a taxa de evapotranspiração e a temperatura do substrato sofrem grandes variações no decorrer do ciclo de produção de mudas em geral.

Cedrela odorata, popularmente conhecido como cedro-rosa, é uma espécie pertencente ao grupo ecológico das secundárias iniciais. Este grupo sucessional geralmente apresenta ampla capacidade de adaptação em ambientes degradados e em áreas de matas ciliares, altos índices de germinação além de não possuírem dormência, crescimento rápido e que se desenvolve em clareiras pequenas ou mais raramente, no sub-bosque, em sombreamento, podendo também ocorrer em áreas de antigas clareiras, próximas às espécies pioneiras. Assim, devido à alta plasticidade, pode-se utilizar para diversos fins [10].

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo verificar o comportamento de diferentes substratos alternativos associados com regimes de fertirrigação sobre os parâmetros morfológicos na produção de mudas de *Cedrela odorata*.

2 Material e métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental "Prof. Dr. Antonio Carlos Pessoa", pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, no período de fevereiro de 2007 a outubro de 2007. A área apresenta as seguintes coordenadas geográficas, 24°33" latitude sul e 54° 04" longitude oeste e altitude média de 420 m, apresentando clima do tipo Cfa, Subtropical Úmido (Mesotérmico), verões quentes com tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22°C), invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18°C), sem estação definida e precipitação média anual de 1500 mm.

Para estudar o comportamento das mudas de *Cedrela odorata*, foram utilizados

quatro substratos: a) Substrato comercial (Plantimax[®] HA); b) Mistura de bagaço de cana decomposto e húmus comercial (BCD+H), na proporção 7:3 (v:v); c) Mistura de bagaço de cana decomposto, vermiculita e areia (BCD+V+A), na proporção 7:2:1 (v:v:v); e d) Mistura com bagaço de cana decomposto e vermiculita (BCD+V), na proporção 7:3 (v:v).

Antecedendo à instalação do experimento, foram realizadas as análises físicas e químicas dos substratos, cujos resultados são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Características físico-químicas dos diferentes substratos utilizados na produção de mudas de cedro (*Cedrela odorata*)

Característica Física	Diâmetro das partículas (mm)								
	<0,125	<0,125 a 0,250	0,250 a 0,50	0,50 a 1,0	1,0 a 2,0	2,0 a 4,0	>4,0		
	----- %peso -----								
1. Substrato Comercial	3,30	5,10	13,70	22,20	29,00	25,00	1,70		
2. Composto de BCD+H	1,60	3,30	15,30	28,50	26,70	19,30	5,30		
3. Composto de BCD+V+A	1,60	2,80	8,20	18,40	47,40	20,90	0,70		
4. Composto de BCD+V	1,30	7,90	46,30	22,00	13,90	7,30	1,30		
Característica Física	Tensão (atm.)				Densidade úmida		Densidade seca		
	0	0,01	0,05	0,1	----- g L ⁻¹ -----				
	----- Unidade volumétrica (%) -----								
1. Substrato Comercial	72,60	64,50	36,00	33,30	345,90	251,90			
2. Composto BCD+H	69,40	61,80	38,70	34,80	658,30	585,50			
3. Composto BCD+V+A	51,30	47,50	32,80	28,10	687,60	664,50			
4. Composto BCD+V	51,20	35,10	22,20	20,50	102,00	89,60			
Característica Química	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe
	----- g kg ⁻¹ -----					----- mg kg ⁻¹ -----			
1. Substrato Comercial	11,18	0,49	0,67	11,73	3,68	6,90	16,25	83,7	2056,4
2. Composto BCD+H	12,37	2,29	2,15	13,20	13,48	78,00	140,50	270,2	2471,8
3. Composto BCD+V+A	11,60	0,27	2,29	8,69	2,14	22,25	28,50	155,0	2380,0
4. Composto BCD+V	6,50	0,62	0,65	8,20	2,88	22,00	34,00	100,7	2272,4

O bagaço de cana foi triturado em moinho industrial de modo a promover a uniformização do tamanho das partículas. Posteriormente, foram feitas leiras de 2 m de comprimento e 80 cm de largura, com sucessivas camadas de bagaço triturado e adicionando-se, a cada camada, uma solução de água contendo 5% de nitrogênio, objetivando diminuir a relação C/N e acelerar o processo de decomposição do bagaço de cana. As leiras foram umedecidas uma vez por mês e permaneceram em ambiente arejado e ventilado por 90 dias.

Não foi adicionado adubo nos substratos por ocasião da semeadura, permanecendo apenas a fertilidade natural das misturas. A fertilização foi realizada apenas na forma de adubação de cobertura composta por adubo especial para fertirrigação, com intervalo de 7 dias a cada aplicação usando-se a formulação 13-06-40 correspondente a 2,5g de N , 0,5g de P_2O_5 e 2g de K_2O por litro de solução, suplementado com uréia para atingir a dose de 160mgL^{-1} de N .

As fontes de micronutrientes utilizadas foram: sulfato de cobre e zinco, ácido bórico, permanganato de cálcio e magnésio, procurando manter a condutividade elétrica das soluções inferiores ao valor de $3,6\text{mS cm}^{-2}$. As mudas foram produzidas em tubetes com volume de 120cm^3 , oito estrias, acondicionados em bandejas compostas com 96 células e ambiente com 50% de sombra.

As irrigações foram realizadas diariamente por meio de microaspersores e aplicada com auxílio de uma moto bomba com pressão de trabalho de 15 psi (1bar = 10 mca), regulada por um manômetro instalado na tubulação antecedente aos tratamentos. A lâmina de água aplicada foi definida pela aplicação de 27 litros de água em mil tubetes, momento em que se verificou o início da percolação de água em pelo menos uma das misturas. A lâmina de água aplicada foi a mesma, do início ao término da condução do experimento, controlada pelo tempo de funcionamento do sistema de irrigação numa vazão constante. O tempo de funcionamento para as irrigações foi de 25 minutos, somente com água, e de 15 minutos quando feita a aplicação dos nutrientes.

As avaliações foram realizadas em intervalos de 30 dias a partir de 50 dias após emergência (DAE) até os 170 dias, totalizando 5 avaliações em que foram coletadas cinco plantas representativas de cada tratamento.

As variáveis mensuradas incluíram: altura da planta, medida com auxílio de uma régua graduada, tendo como referência o coleto das mudas e seus valores expressos em centímetros (AP), diâmetro de coleto realizado com auxílio de um paquímetro digital (DC), massa seca de caule (MSC), massa seca da folha (MSF) e raiz (MSR) na qual foram determinados mediante seccionamento e acondicionamento em sacos de papel e levados para secar em estufa de circulação forçada de ar a $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até massa constante. Com o somatório dessas variáveis tem-se a massa seca total (MST) e relação parte área e raízes (PA/R).

Os experimentos foram conduzidos segundo um delineamento de blocos ao acaso em arranjo de parcelas subdivididas, tendo como parcela principal as quatro frequências de fertirrigação (0; 7; 14 e 21 dias) e, nas subparcelas, os quatro tipos de substratos (Substrato comercial, Mistura de BCD+H (7:3 v:v); Mistura de BCD+V+A, (7:2:1 v:v:v); e Mistura de BCD+V (7:3 v:v)), com quatro repetições totalizando 64 parcelas constituídas de 48 recipientes ou mudas, sendo consideradas como parcela útil, as 30 mudas centrais.

Utilizou-se o programa estatístico SISVAR, versão 5.0, para o processamento dos dados em que as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 Resultados e discussão

3.1 Altura da muda

Os resultados não evidenciaram efeitos significativos da interação entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato para a variável altura da muda até 170 DAE. A frequência de fertirrigação influenciou a altura das mudas a partir dos 140 DAE. Nas avaliações de 50 e 80 DAE, observou-se que a frequência de fertirrigação de 7 dias, proporcionou um maior crescimento da muda, sendo este semelhante à frequência de fertirrigação de 21 dias e superior aos demais tratamentos.

De modo geral, o intervalo de 7 dias entre uma fertirrigação e outra proporcionou mudas de maior estatura em todas as avaliações exceto aos 110 DAE, demonstrando a importância do suprimento de nutrientes para um bom desenvolvimento

das plantas (Tabela 2).

Tabela 2. *Altura da muda (cm) de C. odorata durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de irrigação e do tipo do substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009*

Fontes de Variação	Dias após a emergência (DAE)				
	50	80	110	140	170
Frequência de Fertirrigação					
0 dias	12,42 bc	13,06 bc	11,52 c	10,72 b	13,04 b
7 dias	14,76 a	15,29 a	12,04 bc	15,06 a	16,56 a
14 dias	11,59 c	12,09 c	14,15 a	14,72 a	17,40 a
21 dias	13,76 ab	14,50 ab	13,64 ab	15,86 a	16,44 a
DMS	1,59	1,62	2,59	1,73	3,21
CV (%)	10,98	10,65	18,29	11,10	18,34
Substrato					
Substrato Comercial	9,54 c	10,10 c	9,79 c	11,17 c	14,76 b
Composto <i>BCD + H</i>	19,68 a	20,46 a	19,84 a	19,94 a	22,91 a
Composto de <i>BCD + H + V + A</i>	13,39 b	13,96 b	13,19 b	15,73 b	15,81 b
Composto <i>BCD + V</i>	10,04 c	10,41 c	8,54 c	9,51 c	9,96 c
DMS	2,06	2,12	2,19	2,39	4,06
CV (%)	16,40	16,20	17,91	17,82	26,90

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Similarmente, Silva e Muniz [11] notaram, em seu estudo com mudas de *Cedrela fissilis* cultivadas em solução nutritiva por 110 dias, que a ausência de nutrientes (nitrogênio) na solução influenciou negativamente o crescimento das plantas. Segundo os autores, a deficiência nutricional diminuiu e, posteriormente, estagnou o crescimento das mudas, em relação ao tratamento com aplicação de nutrientes. Em mudas de pupunha (*Bactris gasipaes*), Schumacher et al [12] também verificaram que a ausência de fertirrigação nitrogenada acarretou menor crescimento da muda e, conseqüentemente, um atraso na sua formação, a qual irá permanecer mais tempo no viveiro. Carneiro [13] relatou que mudas bem formadas têm tendência de alta taxa de sobrevivência e crescimento após o plantio e, desta forma, diminui a frequência de limpeza do povoamento recém implantado.

Quanto aos substratos, a mistura de bagaço de cana e húmus mostrou-se significativamente superior aos demais substratos, em todas as avaliações. Os tratamentos

com substrato comercial e os tratamentos com mistura de bagaço mais vermiculita apresentaram valores inferiores a todos os demais tratamentos (Tabela 2).

Diversos autores têm comprovado que a adição de húmus aos substratos promove benefícios, como o fornecimento de macro e micronutrientes e a redução do Al trocável. Mudanças de oiti (*Licania tomentosa* Benth) atingiram as maiores médias em altura, segundo Alves e Possoni [14], quando cultivadas em substrato acrescido de composto orgânico e vermicomposto. Canellas et al [15] também assinalaram que a incorporação de resíduos procedentes do lixo urbano ao solo promoveu aumentos significativo no desenvolvimento das mudas de ipê-roxo.

Ao considerar apenas a altura de mudas como critérios para definir mudas de boa qualidade, pode-se afirmar que mudas de cedro-rosa, cultivadas em BCD+H, a partir dos 140 dias estariam aptas para transplante de mudas a campo.

Na tabela 3, os resultados evidenciaram efeitos significativos da interação entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato para a variável altura da muda a partir dos 170 dias após emergência. Observa-se que, quando houve a fertirrigação, as médias foram superiores em relação à simples irrigação (sem fertilização), exceto para a mistura BC+V. A utilização de BCD+H mostrou-se superior aos demais substratos testados, exceto quando a frequência de fertirrigação foi a cada 7 dias, semelhante na mistura de BCD+V+A.

Tabela 3. Altura da muda (cm) de *C. odorata* aos 170 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

Frequência de Fertirrigação	Substrato			
	Comercial	BCD + H	BCD + V + A	BCD + V
0 dias	7,05 bC	24,25 bA	14,74 cB	9,30 aBC
7 dias	10,65 aB	34,40 aA	32,60 aA	14,90 aB
14 dias	10,90 aC	36,45 aA	28,70 abB	12,15 aC
21 dias	15,10 aC	33,25 aA	24,30 bB	14,30 aC
DMS (Subs d. fertirrig)	6,91	DMS (Fertirrig d. subs)		6,81
CV (%)	21,23	CV (%)		22,18

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2 Diâmetro do coleto

Na tabela 4, são apresentados os dados das avaliações em que não houve interação entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato. Verifica-se que o diâmetro do coleto não foi influenciado significativamente pela frequência de fertirrigação, exceto aos 170 DAE, com intervalo de 14 e 21 dias, que foram semelhantes entre si e inferiores aos demais.

Tabela 4. Diâmetro de coleto (mm) das mudas de *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

Fontes de Variação	Dias após a emergência (DAE)				
	50	80	110	140	170
Frequência de Fertirrigação					
0 dias	2,04 a	2,16 a	2,43 a	2,96 a	3,65 a
7 dias	1,93 a	2,07 a	2,46 a	2,75 a	3,04 a
14 dias	1,93 a	2,05 a	2,71 a	2,64 a	2,84 b
21 dias	1,81 a	1,98 a	2,51 a	2,55 a	2,67 b
DMS	0,30	0,26	0,57	0,44	0,79
CV (%)	14,13	11,42	15,52	14,46	23,46
Substrato					
Substrato Comercial	1,62 b	1,75 c	2,07 c	2,03 c	2,19 b
Composto <i>BCD + H</i>	2,24 a	2,47 a	2,91 a	3,46 a	3,87 a
Composto de <i>BCD + H + V + A</i>	2,07 a	2,18 b	2,52 a	3,11 b	3,92 a
Composto <i>BCD + V</i>	1,78 b	1,87 c	2,01 b	2,29 c	2,21 b
DMS	0,25	0,26	0,51	0,29	0,83
CV (%)	13,87	13,27	11,36	11,22	28,73

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Mudas com baixo diâmetro do colo apresentam dificuldades de se manterem eretas após o plantio. O tombamento decorrente dessa característica pode resultar em morte ou deformações que comprometem o valor silvicultural dos indivíduos. Em mudas de *Eucalyptus grandis*, Gomes et al [16] estabeleceram um valor mínimo de diâmetro de coleto de 2 mm. No presente trabalho, o menor diâmetro de coleto obtido a partir dos 170 DAE foi de 2,19 mm quando cultivadas em substrato comercial. Portanto, as mudas a partir dessa fase, estariam aptas para plantio a campo. Este com-

portamento pode ser devido à fertilidade das misturas de BCD+H e BCD+V+A, onde se observaram os maiores valores de diâmetro de coleto, indicando que as mudas poderiam ir a campo mais cedo, reduzindo sua permanência no viveiro.

Na tabela 5, são apresentados os dados do desdobramento em que só houve interação na frequência de fertirrigação e substrato aos 110 DAE. O substrato composto de bagaço de cana e húmus mostrou-se superior aos demais substratos testados, exceto quando a frequência de fertirrigação foi a cada 7 dias, onde o substrato composto de bagaço de cana mais vermiculita e areia apresentou-se estatisticamente semelhante.

Observou-se, para este parâmetro, que a melhor frequência de fertirrigação ocorreu a cada 14 dias, embora não diferindo estatisticamente da ausência de fertirrigação ao usar substrato comercial.

Tabela 5. Diâmetro de coleto (mm) em mudas de C. odorata aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

Frequência de Fertirrigação	Substrato			
	Comercial	BCD + H	BCD + V + A	BCD + V
0 dias	2,05 aB	2,99 abA	2,41 aB	2,26 Ab
7 dias	1,96 aB	2,85 bcA	2,91 aA	2,11 aB
14 dias	2,38 aBC	3,44 aA	2,87 aB	2,16 aC
21 dias	1,90 aB	2,36 cA	1,88 bB	1,49 bC
DMS (Subs d. fertirrig)	0,56	DMS (Fertirrig d. subs)		0,51
CV (%)	11,36	CV (%)		15,52

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3 Massa seca da parte aérea – MSPA

Na tabela 6, os resultados são apresentados independentemente para cada frequência de fertirrigação e tipo de substrato. A frequência de fertirrigação não influenciou significativamente a MSPA das mudas. Na ausência de fertirrigação, aos 170 DAE, as mudas apresentaram menor produção de MSPA, diferenciando-se dos demais intervalos de fertirrigação. A média da MSPA é um bom índice para se determinar a capacidade de resistência das mudas às condições adversas após o plantio, o que

evidencia, neste trabalho, a importância de um bom substrato para a produção de mudas. A mistura de bagaço de cana decomposto e húmus mostrou-se superior aos demais tipos de substratos em todas as avaliações, seguido da mistura de bagaço mais vermiculita e areia, e do substrato comercial e composto de bagaço e vermiculita. Cunha et al [17] relataram que os resíduos orgânicos como o bagaço de cana e o húmus são materiais ricos em sua composição química, capazes de propiciar um bom desenvolvimento às plantas, como evidenciado no presente estudo.

Tabela 6. Massa seca da parte aérea (g planta⁻¹) de mudas de C. odorata durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

Fontes de Variação	Dias após a emergência (DAE)				
	50	80	110	140	170
Frequência de Fertirrigação					
0 dias	0,317 a	0,425 a	0,508 a	0,593 a	0,632 b
7 dias	0,341 a	0,360 a	0,590 a	0,725 a	1,073 a
14 dias	0,307 a	0,328 a	0,600 a	0,709 a	1,033 a
21 dias	0,302 a	0,355 a	0,517 a	0,606 a	0,751 ab
DMS	0,071	0,086	0,174	0,142	0,290
CV (%)	29,33	56,79	19,41	20,90	41,66
Substrato					
Substrato Comercial	0,134 d	0,158 c	0,205 c	0,209 c	0,221 b
Composto BCD + H	0,560 a	0,624 a	0,882 a	1,121 a	1,667 a
Composto de BCD + H + V + A	0,357 b	0,382 b	0,653 b	0,883 b	1,182 b
Composto BCD + V	0,217 c	0,219 c	0,273 c	0,596 c	0,309 c
DMS	0,060	0,084	0,110	0,122	0,246
CV (%)	35,26	64,48	25,62	30,24	37,04

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os efeitos significativos da interação entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato para a variável massa seca da parte aérea (MSPA), foi evidente somente aos 110 DAE, cujos dados desdobrados são apresentados na tabela 7.

Observa-se que, quando as mudas de cedro-rosa foram cultivadas em substrato composto de bagaço de cana mais húmus, a frequência de fertirrigação foi influenciada significativamente. Quando o intervalo entre fertirrigações subsequentes foi

de 7, 14 e 21 dias, as médias de MSC foram maiores em relação à simples irrigação (sem fertilização), exceção feita ao intervalo de 21 dias que não se diferiu da simples irrigação.

Tabela 7. Massa seca da parte aérea ($g\ planta^{-1}$) de mudas de *C. odorata* aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

Frequência de Fertirrigação	Substrato			
	Comercial	BCD + H	BCD + V + A	BCD + V
0 dias	0,201 aC	0,757 bA	0,653 aB	0,263 aC
7 dias	0,159 aB	0,831 aA	0,773 aA	0,352 aB
14 dias	0,219 aB	1,174 aA	0,758 aA	0,248 aB
21 dias	0,242 aB	0,767 abA	0,429 bB	0,228 aB
DMS (Subs d. fertirrig)	0,114	DMS (Fertirrig d. subs) 0,140		
CV (%)	19,41	CV (%) 25,62		

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Por sua vez, quando as mudas foram cultivadas na mistura de bagaço de cana mais vermiculita e areia, apenas o intervalo de 21 dias entre uma fertirrigação e outra mostrou-se inferior. Para as mudas cultivadas em substrato comercial e na mistura de bagaço de cana e vermiculita, os diferentes intervalos de fertirrigação ou ausência de fertirrigação não influenciaram a massa seca de caule.

Ao analisar somente esse parâmetro, o tratamento mais indicado para produção de mudas seria com BCD+H com frequência de fertirrigação de 21 dias.

3.4 Massa seca da raiz – MSR

Na tabela 8, verifica-se que não houve influência da frequência de fertirrigação nos diferentes períodos de avaliação. A mistura de bagaço de cana decomposto e húmus mostraram-se superiores aos demais tipos de substratos, em todas as avaliações, seguidos pelas misturas de bagaço mais vermiculita e areia, substrato comercial, e o composto de bagaço e vermiculita. Verificaram efeitos significativos da interação entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato para a variável massa seca de raiz (MSR), somente aos 110 DAE (Tabela 9).

Tabela 8. Massa seca de raízes ($g\ planta^{-1}$) de mudas de *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

Fontes de Variação	Dias após a emergência (DAE)				
	50	80	110	140	170
Frequência de Fertirrigação					
0 dias	0,187 a	0,187 a	0,234 a	0,784 a	0,800 a
7 dias	0,202 a	0,244 a	0,424 a	0,846 a	0,792 a
14 dias	0,232 a	0,265 a	0,228 a	0,800 a	0,660 a
21 dias	0,162 a	0,192 a	0,173 a	0,575 a	0,565 a
DMS	0,087	0,011	0,405	0,363	0,393
CV (%)	38,28	45,67	38,13	43,81	50,47
Substrato					
Substrato Comercial	0,105 c	0,119 c	0,170 c	0,311 c	0,271 c
Composto <i>BCD + H</i>	0,335 a	0,376 a	0,380 a	1,130 a	1,450 a
Composto de <i>BCD + H + V + A</i>	0,230 b	0,246 b	0,265 b	0,699 b	0,853 b
Composto <i>BCD + V</i>	0,123 c	0,145 c	0,243 c	0,360 c	0,246 c
DMS	0,077	0,063	0,178	0,234	0,349
CV (%)	40,83	29,99	40,59	32,69	51,54

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que a frequência de fertirrigação não influenciou significativamente o sistema radicular em qualquer tipo de substrato testado.

Tabela 9. Massa seca de raiz ($g\ planta^{-1}$) de mudas de *C. odorata* aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

Frequência de Fertirrigação	Substrato			
	Comercial	<i>BCD + H</i>	<i>BCD + V + A</i>	<i>BCD + V</i>
0 dias	0,142 aB	0,385 aA	0,226 aA	0,183 aB
7 dias	0,327 aA	0,426 aA	0,359 aA	0,582 aA
14 dias	0,123 aB	0,413 aA	0,254 aAB	0,120 aB
21 dias	0,089 aB	0,294 aA	0,221 aA	0,086 aB
DMS (Subs d. fertirrig)	0,206	DMS (Fertrrig d. subs)		0,478
CV (%)	11,80	CV (%)		38,15

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entretanto, ao se compararem os diferentes tipos de substratos, observa-se que, ao cultivar as mudas no substrato bagaço de cana mais húmus e na mistura de bagaço de cana mais vermiculita e areia, percebe-se um melhor desenvolvimento do sistema radicular. Resultado semelhante foi observado para intervalos de 7 dias para o subs-

trato bagaço de cana + vermiculita.

Ao se analisar somente este parâmetro, a frequência de fertirrigação poderia ser recomendada a cada 21 dias, para os substratos bagaço de cana + húmus e bagaço de cana + vermiculita+ areia e de 7 dias para bagaço de cana + vermiculita.

3.5 Massa seca total

Na tabela 10, estão apresentados os resultados de massa seca total em que não houve interação dos resultados entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato. Observa-se que a fertirrigação não influenciou de forma significativa em quaisquer dos tratamentos.

Tabela 10. Massa seca total ($g\ planta^{-1}$) de *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

Fontes de Variação	Dias após a emergência (DAE)				
	50	80	110	140	170
Cedro-rosa (<i>C. odorata</i>)					
Frequência de Fertirrigação					
0 dias	0,505 a	0,565 a	0,713 a	1,376 a	1,731 a
7 dias	0,543 a	0,636 a	0,726 a	1,570 a	1,865 a
14 dias	0,534 a	0,593 a	0,822 a	1,517 a	1,610 a
21 dias	0,479 a	0,515 a	0,518 a	1,179 a	1,288 a
DMS	0,189	0,209	0,304	0,530	0,629
CV (%)	33,23	33,03	11,40	34,78	36,78
Substrato					
Substrato Comercial	0,238 c	0,263 c	0,293 c	0,520 b	0,492 c
Composto <i>BCD + H</i>	0,895 a	1,025 a	1,253 a	2,399 a	3,110 a
Composto de <i>BCD + H + V + A</i>	0,587 b	0,659 b	0,918 b	2,080 a	2,036 b
Composto <i>BCD + V</i>	0,340 c	0,350 c	0,314 c	0,641 b	0,556 c
DMS	0,150	0,172	0,191	0,339	0,503
CV (%)	30,61	31,47	15,01	28,91	34,07

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao se analisarem os tipos de substratos, verifica-se que a mistura de bagaço de cana decomposto e húmus, proporcionou o melhor desenvolvimento da planta, apresen-

tando diferença significativa dos demais tipos de substratos, em todas as avaliações, seguido da mistura de bagaço + vermiculita + areia e, com valores inferiores, o substrato comercial e o composto de bagaço e vermiculita. Portanto, como demonstrado para as demais variáveis já mencionadas, esta mistura de bagaço de cana e húmus proporcionou mudas mais vigorosas.

Como obtido no presente estudo, Nicoloso et al [18], trabalhando com mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa*), também notaram que a massa seca total da planta apresentou resposta semelhante àquela observada na massa seca da parte aérea.

Na tabela 11, são apresentados os dados desdobrados para a interação frequência de fertirrigação com substrato na avaliação aos 110 DAE. Nota-se que, quando as mudas foram cultivadas em substrato composto de bagaço de cana e húmus e frequência da fertirrigação a cada 14 dias, os dados foram superiores às demais frequências, bem como a ausência da fertirrigação.

Tabela 11. Massa seca total ($g\ planta^{-1}$) de *C. odorata* aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

Frequência de Fertirrigação	Substrato			
	Comercial	Bagaço +Húmus	Bag.+Verm. +Areia	Bag.+ Vermiculita
0 dias	0,292 aC	1,298 bA	0,879 bB	0,383 aC
7 dias	0,229 aC	1,068 cA	1,132 aA	0,473 aB
14 dias	0,320 aC	1,586 aA	1,013 aAB	0,367 aA
21 dias	0,331 aC	1,060 cA	0,694 cB	0,031 aC
DMS (Subs d. fertirrig)	0,204	DMS (Fertirrig d. subs)		0,191
CV (%)	11,40	CV (%)		15,01

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Essa superioridade da frequência a cada 14 dias, em relação à fertirrigação a cada 7 dias, pode estar relacionada ao suprimento de nutrientes proporcionado pelo húmus (matéria orgânica decomposta) contido no substrato. Por sua vez, quando as mudas foram cultivadas na mistura de bagaço, vermiculita e areia, a frequência de fertirrigação a cada 7 e 14 dias apresentou os maiores valores de massa seca total, diferenciando significativamente a cada 21 dias e da ausência de fertirrigação. Entretanto, quando

as mudas são cultivadas em substrato comercial ou em bagaço de cana + vermiculita, a fertirrigação não influenciou positivamente o desenvolvimento das mudas.

3.6 Relação parte aérea e raiz

Os resultados não evidenciaram efeitos significativos da interação entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato para a variável relação massa seca da parte aérea e massa seca de raiz (MSPA/MSR). Os dados são apresentados independentemente para cada frequência de fertirrigação e tipo de substrato (Tabela 12).

Tabela 12. Relação parte aérea/raiz de plantas de mudas de *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

Fontes de variação	Dias após a emergência (DAE)				
	50	80	110	140	170
Frequência de Fertirrigação					
0 dias	0,67 a	0,85 a	0,43 a	1,37 a	1,04 a
7 dias	0,82 a	0,74 bc	0,47 a	1,36 a	0,97 a
14 dias	0,82 a	0,86 a	0,42 a	1,24 a	0,79 a
21 dias	0,59 a	0,61 c	0,43 a	1,11 a	0,78 a
DMS	0,27	0,13	0,12	0,48	0,46
CV (%)	35,84	16,42	24,67	34,27	46,31
Substrato					
Substrato Comercial	0,62 a	0,84 a	0,44 a	1,46 a	0,95 a
Composto BCD + H	0,90 a	0,65 a	0,45 a	0,91 b	1,01 a
Composto de BCD + V + A	0,66 a	0,68 a	0,42 a	1,42 a	0,76 a
Composto BCD + V	0,64 a	0,84 a	0,43 a	1,20 ab	0,86 a
DMS	0,23	0,23	0,10	0,41	0,34
CV (%)	36,02	32,99	22,67	33,54	39,60

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A relação MSPA/MSR é um indicativo da probabilidade de sobrevivência das mudas no campo. Em mudas de angico vermelho, Ramos et al [19] encontraram o melhor equilíbrio entre a matéria seca da parte aérea e da raiz, com valores variando de 2,0 a 2,2. Para a espécie estudada no presente trabalho, os valores obtidos para este índice de qualidade após os 140 DAE, variaram entre 0,91 e 1,46.

Portanto, constata-se que este índice de qualidade encontra-se abaixo dos valores pré-estabelecidos como ideais para outras espécies florestais. Este menor valor se deve ao maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas, apresentando um menor índice da relação MSPA/MSR e, conseqüentemente, mudas menos equilibradas, que pode refletir em menor chance de sobrevivência. De modo geral, observa-se que os maiores índices, a partir dos 140 DAE, são encontrados quando não houve a fertirrigação (ausência de aplicação de nutrientes). Resultados estes que podem estar relacionados com a ausência de fornecimento de nutrientes, com efeitos negativos mais expressivos sobre o sistema radicular do que sobre a parte aérea, induzindo com isso, valores mais elevados da relação MSPA/MSR.

Kozłowski [20] ressalta que os programas de fertilização não devem objetivar a produção de mudas de máximo desenvolvimento por serem de baixa qualidade fisiológica, em termos de potencial de sobrevivência. Fertilização excessiva produz mudas com tecidos suculentos e relação parte aérea/raízes desequilibradas, não indicadas ao plantio.

Para Minami e Puchala [21], as características físicas e químicas do substrato devem oferecer as melhores condições para que haja um excelente desenvolvimento das mudas. No presente trabalho, o substrato constituído de bagaço de cana mais húmus que, na análise química apresentou as melhores características (Tabela 1), também foi o substrato que melhor refletiu os parâmetros de qualidade, produzindo mudas de melhor qualidade, garantindo a manutenção do sistema radicular, do suprimento de água e de nutrientes, e as trocas gasosas entre as raízes, para que a planta expresse todo o seu potencial produtivo.

4 Conclusões

Para o melhor desenvolvimento das mudas de cedro-rosa em viveiro florestal, recomenda-se fazer a fertirrigação a cada 14 dias, uma vez que o referido intervalo apresentou os melhores resultados em vários parâmetros analisados.

A mistura de bagaço de cana decomposto mais húmus (7:3; v:v) proporcionou o melhor desenvolvimento para todas as variáveis analisadas, podendo ser recomendado como substrato alternativo na produção de mudas de *C. odorata* em viveiro

florestal.

Nas condições estudadas, é recomendável sua expedição a campo aos 140 dias após emergência.

5 Referências

- [1] BOLFE, E. L.; PEREIRA, R. S.; MADRUGA, P. R. A.; FONSECA, E. L. Avaliação da classificação digital de povoamentos florestais em imagens de satélite através de índices de Acurácia. *Rev Árvore*, v. 28, n. 1, p. 85–90, 2004.
- [2] OLIVEIRA, R. B.; LIMA, J. S. S.; SOUZA, C. A. M.; SILVA, S. A.; MARTINS FILHO, S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. *Ciênc Agrotec* [online], v. 32, n. 1, p. 122–128, 2008.
- [3] LUCAS, M. A. K.; SAMPAIO, N. V.; KOHN, E. T.; SOARES, P. F.; SAMPAIO, T. G. Avaliação de diferentes composições de substratos para a aclimação de mudas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Ciênc Rural*, v. 8, n. 1, p. 16–23, 2002.
- [4] CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Emergência e crescimento do imbuzeiro (*Spondias tuberosa*) em diferentes substratos. *Rev Ceres*, v. 49, n. 282, p. 97–108, 2002.
- [5] MELO, A. S.; BRITO, M. E. B.; GOIS, M. P. P.; BARRETO, M. C. V.; VIEGAS, P. R. A.; HOLANDA, F. S. R. Efeito de substratos orgânicos organominerais na formação de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis*). *Rev Cient Rural*, v. 8, n. 2, p. 116–121, 2003.
- [6] TRINDADE, A. V.; MUCHOVEJ, R. M. C.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Crescimento e nutrição de mudas de *Eucaliptus grandis* em resposta a composto orgânico ou adubação mineral. *Rev Ceres*, v. 276, n. 48, p. 181–194, 2001.

- [7] SOUZA, P. V.; CARNIEL, E.; SCHMITZ, J. A. K.; SILVEIRA, S. V. Substratos e fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento vegetativo de *Citrange Troyer*. *Agropec Catarinense*, v. 16, n. 3, p. 84–88, 2003.
- [8] LIMA, R. L. S.; FERNANDEZ, V. L. B.; OLIVEIRA, V. H.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento de mudas de cajueiro anão precoce CCP-76 submetidas a adubação orgânica e mineral. *Rev Bras Frutic*, v. 23, n. 2, 2001.
- [9] CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casca (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). *Rev Árvore*, v. 30, n. 4, p. 537–546, 2006.
- [10] RAMALHO, P. E. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo, PR, 2003, 1.039p.
- [11] SILVA, M. A. G.; MUNIZ, A. S. Exigências nutricionais de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Velloso) em solução nutritiva. *Rev Árvore*, v. 19, n. 3, p. 415–425, 1995.
- [12] SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan). *Rev Árvore*, v. 28, n. 1, p. 149–155, 2004.
- [13] CARNEIRO, J. G. A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- [14] ALVES, W. L.; PASSONI, A. A. Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* Benth.) para arborização. *Pesq Agropec Bras*, v. 32, n. 10, p. 58–62, 1997.
- [15] CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; RUMJANEK, V. M.; MORAES, A. A.; GURIDI, F. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. *Pesq Agropec Bras*, v. 36, n. 12, p. 1529–1538, 2001.

- [16] GOMES, J. M.; PAIVA, H. N.; COUTO, L. Produção de mudas de eucalipto. *Inf Agropec*, v. 18, n. 185, p. 15–22, 1996.
- [17] CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. *Rev Árvore*, v. 29, n. 4, p. 507–516, 2005.
- [18] NICOLOSO, F. T.; FOGAÇA, M. A. F.; ZANCHETTI, F.; MISSIO, E. Nutrição mineral de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa*) em argissolo vermelho distrófico arênico: (1) Efeito da adubação NPK no crescimento. *Ciênc Rural*, v. 31, n. 6, p. 1–8, 2001.
- [19] RAMOS, A.; BOVI, M. L. A.; FOLEGATTI, M. V.; DIOTTO, A. V. Efeitos da fertirrigação sobre a produção de palmito da pupunheira. *Hortic Bras*, v. 22, n. 4, p. 734–739, 2004.
- [20] KOZLOWSKI, T. Physiological Quality and Mineral Nutrition: Physiol. implications in afforestation. *Proc Sixth Wor Fro Congr*, p. 1310–1311, 1966.
- [21] MINAMI, K.; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. *Hortic Bras*, v. 18, p. 162–163, 2000. Suplemento.

