



CERNE

ISSN: 0104-7760

cerne@dcf.ufla.br

Universidade Federal de Lavras

Brasil

Bernardi, Marlon Rodrigo; Sperotto Junior, Maurício; Daniel, Omar; Tadeu Vitorino, Antônio Carlos  
CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Corymbia citriodora* EM FUNÇÃO DO USO DE HIDROGEL E  
ADUBAÇÃO

CERNE, vol. 18, núm. 1, 2012, pp. 67-74

Universidade Federal de Lavras

Lavras, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74423494009>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Corymbia citriodora* EM FUNÇÃO DO USO DE HIDROGEL E ADUBAÇÃO

Marlon Rodrigo Bernardi<sup>1</sup>, Maurício Sperotto Junior<sup>1</sup>, Omar Daniel<sup>2</sup>, Antônio Carlos Tadeu Vitorino<sup>3</sup>

(recebido: 28 de abril de 2010; aceito: 28 de outubro de 2011)

**RESUMO:** *Corymbia citriodora*, o eucalipto cheiroso, é uma das espécies mais cultivadas para extração de óleo essencial. A produção de mudas, no entanto, é mais difícil do que para outras espécies, considerando o seu menor crescimento, maior susceptibilidade a doenças e necessidades nutricionais. Para a adubação de cobertura, especialmente, ainda não se dispõe de rotina que garanta economia de fertilizantes e bom desenvolvimento das plântulas. O lento crescimento das mudas reduz a sua capacidade de reter nutrientes antes que lixiviem e, uma das alternativas pode ser a adição de polímeros hidrorretentores ao substrato que possam contribuir para a absorção dos fertilizantes aplicados e sua lenta liberação em tubetes. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito de doses de adubação, aplicadas em substratos contendo polímeros hidrorretentores, no crescimento de mudas de *Corymbia citriodora*. Um tratamento controle, com o substrato e adubação de rotina de um viveiro comercial, mais cinco, variando de 80% a 20% da dose comercial em cobertura, mais a adição de polímero (6 g L<sup>-1</sup>), em quatro repetições, compuseram um delineamento inteiramente ao acaso. Aos 126 dias foram avaliadas a altura, o diâmetro de colo e a razão altura/diâmetro de colo das mudas. Após análises, concluiu-se que houve efeito positivo para altura, diâmetro de colo e razão altura da parte aérea/diâmetro de colo, com uso de polímero hidrorretentor e, que o uso do polímero promoveu a redução em pelo menos 20% da adubação rotineira utilizada pelo viveiro comercial, tanto na adubação de base como na de cobertura.

Palavras-chave: Polímeros hidrorretentores, produção de mudas, economia de fertilizantes.

## GROWTH OF SEEDLINGS OF *Corymbia citriodora* AS A FUNCTION OF HYDROGEL USE AND FERTILIZATION

**ABSTRACT:** *Corymbia citriodora*, also known as lemon eucalyptus, is one of the most cultivated species for extraction of essential oils. Seedling production for this species, however, is more difficult than for other species, considering its slower growth, higher susceptibility to disease and nutrition requirements. As regards top dressing in particular, no established routine is available so far to ensure fertilizer savings and good seedling development. Slow growth reduces seedling capability to absorb nutrients before leaching starts, and a potential alternative to that is to add water-retaining polymers to the substrate so as to facilitate absorption of the fertilizers applied and their slow release in seedling tubes. The objective of this study was to evaluate the effect of different fertilizer dosages, as applied to substrates containing water-retaining polymers, on the growth of *Corymbia citriodora* seedlings. A completely randomized design was used, with four replicates, consisting of a control treatment with routine substrate and fertilizer used by a commercial nursery, plus five treatments with top dressing dosages ranging from 80% to 20% of commercial dosage plus addition of a polymer (6 g L<sup>-1</sup>). After 126 days, seedlings were evaluated for height, stem base diameter and ratio of height to stem base diameter. After analysis, it was concluded that the use of a water-retaining polymer had a positive effect on the height, stem base diameter and ratio of shoot height to stem base diameter, and that it helped reduce by at least 20% the amount of routine fertilizer used by the commercial nursery, whether basic fertilizer or top dressing.

Key words: Water-retaining polymers, seedling production, fertilizer savings.

### 1 INTRODUÇÃO

Originário da Austrália, o eucalipto se destaca tanto por seu valor econômico na produção de madeira para diversos fins, quanto pelas suas propriedades medicinais. Hoje se encontra distribuído por mais de 90 países (ESTANISLAU et al., 2001; FABROWSKI, 2002). De acordo com a Associação Brasileira de Produtores

de Florestas Plantadas - ABRAF (2010) em 2009, a área reflorestada com esse gênero, no Brasil, foi de 4.515.730 ha, sendo que no estado do Mato Grosso do Sul foi de 290.890 ha.

Dentre as espécies de eucalipto, destaca-se o citriodora, ou cheiroso (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson), que tem o seu cultivo ampliado no Brasil, ano após ano, pelas suas características

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de Agronomia – Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD – Cx. P. 322 – 79.825-070 – Dourados, MS – marlonrodrigo\_bernardi@yahoo.com.br, mauriciu\_s@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, Prof. Dr em Ciência Florestal – Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD – Cx. P. 322 – 79.825-070 – Dourados, MS – omar.daniel@pq.cnpq.br

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Prof. Dr em Ciências do Solo – Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD – Cx. P. 322 – 79.825-070 – Dourados, MS – antoniovitorino@ufgd.edu.br

de rápido crescimento e adaptação edafoclimática, além das características silviculturais e da qualidade de sua madeira (MORAIS et al., 2010). A sua madeira é muito utilizada para construções, estruturas, caixotaria, postes, dormentes, mourões, lenha e carvão, sendo também adequada ao uso em peças estruturais pelas suas características de resistência mecânica, durabilidade natural e menor tendência ao rachamento. A Densidade Básica (Db) atinge em média,  $0,750 \text{ g cm}^{-3}$  (PEREIRA et al., 2000). Das suas folhas é extraído um óleo essencial muito utilizado na indústria química e farmacêutica (VITTI; BRITO, 2003).

A necessidade de produção de mudas florestais tem crescido rapidamente, sendo essas mudas destinadas tanto para plantios comerciais como recuperação de áreas degradadas. Paralelamente a esse crescimento, surge a demanda de desenvolvimento de tecnologias que envolvem redução dos custos de produção no viveiro e seu bom desempenho no campo.

De acordo com Sgarbi et al. (1999), um dos maiores problemas encontrados nos viveiros florestais é o alto custo de produção das mudas. Isso se deve, principalmente, ao tempo de desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, maior gasto com insumos (defensivos e fertilizantes), mão de obra e equipamentos.

Embora de caráter oneroso, a prática de adubação, além de se constituir um fator indispensável para o desenvolvimento das mudas, acelera consideravelmente o seu crescimento. Existem, basicamente, dois métodos de fertilização de mudas em viveiro: a adubação de base, que consistem em incorporar corretivos e fertilizantes ao substrato e a adubação de cobertura, realizada por meio da aplicação de fertilizantes pelo sistema de irrigação.

A eficiência das adubações, principalmente quando em cobertura, depende basicamente das doses e fontes dos adubos utilizados, da capacidade de troca catiônica e das características físicas do substrato (SGARBI et al., 1999) e, ainda, de seus aditivos, principalmente polímeros hidrorretentores (AZEVEDO et al., 2002; GEESING; SCHMIDHALTER, 2004; TITTONELL et al., 2002; VIERO; LITTLE, 2006).

Quanto aos polímeros hidrorretentores, o hidrogel agrícola de poliacrilamida é um produto sintético derivado do petróleo, que apresenta propriedades físico-químicas que o tornam capaz de reter água e nutrientes. Sua utilização na agricultura tem assumido grande importância, principalmente em relação às suas propriedades de armazenamento e disponibilidade de água para as plantas (AZEVEDO et al., 2002).

O polímero retentor de água vem sendo comercializado com as justificativas de que, ao ser incorporado ao substrato, permite maior retenção de água e de fertilizantes, que podem lentamente ser liberados para as plantas em função dos ciclos absorção – liberação. Além disso, segundo Taylor e Halfacre (1986) a adição de hidrogel, em função de sua elevada capacidade de troca catiônica (CTC), reduz a lixiviação de nutrientes.

Esses mesmos autores informam que esses compostos absorvem muitas vezes seu peso em água, recomendando-os, entre outras aplicações, para uso em transplante de mudas. Alertam, entretanto, que alguns fatores influenciam o estado nutricional de plantas cultivadas com hidrorretentores, tais como: períodos prolongados de disponibilidade da solução de nutrientes, diminuição da lixiviação, capacidade de troca de cátions do polímero, capacidade de quelação do polímero, capacidade de tamponamento do pH e participação do polímero como fonte de nutrientes.

Tais polímeros, segundo Peterson (2003), devem ser cuidadosamente avaliados, em cada campo de utilização, tendo em vista os efeitos secundários potencialmente adversos associados. Há situações, como quando maiores quantidades de fertilizantes e sais estão presentes, nas quais a adição tem tido pouca influência no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Com relação à capacidade de redução da lixiviação de nutrientes, Mikkelsen et al. (1993) afirmam que as perdas do nitrogênio durante as três primeiras semanas podem ser reduzidas em 45% quando misturado a um polímero hidrorretentor.

Mudas de cafeeiros em substrato com adição de polímeros hidrorretentores podem apresentar incrementos em altura, massa seca da parte aérea e área foliar e aumento nos intervalos entre as irrigações (AZEVEDO, 2000), enquanto em pimentão, a mistura de  $6 \text{ g L}^{-1}$  de substrato permitiu melhorar a precocidade, uniformidade e tamanho das plantas, contribuindo em especial, na fase de 9 a 57 dias, onde ocorreram as maiores taxas de crescimento (TITTONEL et al., 2002).

Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito de doses de adubação, aplicadas em substratos contendo polímeros hidrorretentores, no crescimento de mudas de *Corymbia citriodora*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em viveiro comercial de produção de mudas florestais, no município de

Dourados, situado em latitude 22°13'16" S, longitude de 54°17'01" W e altitude de 430 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é Mesotérmico Úmido, do tipo Cwa, com temperaturas e precipitações médias anuais variando de 20° a 24°C e 1250 a 1500 mm, respectivamente (SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL - SEPLAN, 1990).

Foram utilizados tubetes de polietileno rígido para a produção das mudas, com dimensões de 12,5 cm de comprimento, 2,8 cm de diâmetro na parte interna superior, com fundo aberto de aproximadamente 1 cm, contendo seis frisos internos longitudinais, apresentando capacidade volumétrica de aproximadamente 50 cm<sup>3</sup>.

O substrato utilizado foi uma das alternativas comerciais existentes, que apresenta, em sua composição, casca de pinus, vermiculita, corretivo de acidez, uréia, sulfato de amônio e superfosfato simples. Os valores médios referentes às características físicas do substrato constam na Tabela 1.

**Tabela 1** – Características físicas do substrato utilizado para a produção das mudas de *Corymbia citriodora*.

**Table 1** – Physical characteristics of the substrate used for production of *Corymbia citriodora* seedlings.

Capacidade de retenção de água (%) peso peso <sup>-1</sup>	150
Condutividade elétrica (mS cm <sup>-1</sup> )	2,1 - 3,1
pH (em água)	5,3 - 6,3
Densidade (kg m <sup>-3</sup> )	450
Umidade máxima (%) peso peso <sup>-1</sup>	50

O polímero comercial correspondeu a uma mistura de copolímero de Acrilamida e Acrilato de Potássio usado para absorver e reter grandes quantidades de água e nutrientes, cujas características físicas estão descritas na Tabela 2. A dose do produto aplicada foi de 6 g L<sup>-1</sup> de substrato (TITTONEL et al., 2002).

A adubação de base utilizada foi composta de adubo de liberação lenta na formulação NPK 19-6-10, sendo aplicadas, conforme os tratamentos, as doses de 3; 2,4; 1,8; 1,2 ou 0,6 g L<sup>-1</sup> de substrato, ou seja, 0,12 g; 0,096 g; 0,072 g; 0,048 g e 0,024 g por embalagem, respectivamente, considerando um volume de 40 cm<sup>3</sup>.

Como consequência, a quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio aplicado no substrato via adubo de liberação lenta em cada tubete, considerando 100% da dose aplicada do adubo, correspondeu a 22,8 mg; 7,2 mg e 12,0 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, para N, P e K.

**Tabela 2** – Características físicas do hidrorretentor comercial utilizado na produção das mudas de *Corymbia citriodora*.

**Table 2** – Physical characteristics of the commercial water-retaining material used for production of *Corymbia citriodora* seedlings.

Aparência	Pó branco
Tamanho da partícula	0,3 mm a 1 mm
Característica Iônica	Aniônico
Ingrediente ativo (% conteúdo sólido)	100
Conteúdo de umidade (%)	10
Densidade aprox. do volume (g cm <sup>-3</sup> )	0,8
Índice de pH utilizável	5 - 9
Solubilidade	Insolúvel em água

As adubações de cobertura foram utilizadas nas proporções constantes na Tabela 3, aplicadas aos 99 e 113 dias após a semeadura. Essa dosagem foi a mesma utilizada pela empresa nas suas atividades de rotina, sendo suficiente para cobrir em média 68.000 mudas, aplicada por regador no período vespertino.

**Tabela 3** – Quantidade de fertilizante aplicado convencionalmente em cobertura, para lotes de 68.000 mudas de *Corymbia citriodora*.

**Table 3** – Quantity of fertilizer conventionally applied as top dressing, for lots of 68,000 seedlings of *Corymbia citriodora*.

Água (L)	Uréia (g)	Super fosfato simples (g)	Cloreto de potássio (g)
1000	10000	25000	6000
1	10	25	6
0,0035*	0,035	0,0875	0,021

\*Valor considerado para uma eficiência de irrigação de 23,8% (valor obtido com a média de quatro diferentes captações e cinco coletores cada).

A adubação em cobertura seguiu o mesmo padrão de redução das doses que foram feitas para a aplicação de base. Assim, a quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio aplicado por vez, em cobertura e por tubete, considerando a dose de 100%, corresponde a 15,75 mg; 6,88 mg e 10,46 mg, respectivamente.

Foram considerados seis tratamentos sendo:  
 Tratamento 1: 100% da adubação sem gel (controle)  
 Tratamento 2: hidrogel + 100% da adubação  
 Tratamento 3: hidrogel + 80 % da adubação  
 Tratamento 4: hidrogel + 60 % da adubação  
 Tratamento 5: hidrogel + 40 % da adubação  
 Tratamento 6: hidrogel + 20 % da adubação

O experimento foi implantado em delineamento inteiramente ao acaso, com quatro parcelas compostas de 49 plantas e cada tratamento 196, totalizando 980 mudas, dispostas alternadamente nas células das bandejas desde a semeadura. Foram avaliadas as seis plantas centrais de cada parcela.

Para a instalação do experimento, os tubetes foram preenchidos com o substrato e em conformidade com cada tratamento, dispostos nas bandejas e, em seguida, submetidos à mesa vibratória, até que as embalagens ficassem com 80% do volume máximo possível do substrato (40 cm<sup>3</sup>), para evitar derramamento após a hidratação.

A semeadura foi efetuada colocando-se entre três e quatro sementes em cada recipiente. Para a cobertura das sementes foi utilizada uma fina camada peneirada de vermiculita. Após a semeadura, as bandejas foram levadas à casa de vegetação, onde permaneceram por 30 dias em condições de umidade relativa do ar, controlada automaticamente, variando de 61% a 91%, sob tela de polietileno de 50% conjugada com plástico transparente, dispostas em estrutura de estaleiro metálico a 1,0 m acima do solo.

Aos 31 dias da semeadura, as bandejas foram retiradas da casa de vegetação e remanejadas para a área de aclimação, permanecendo ainda por cinco dias sob tela de polietileno. Com 51 dias, procedeu-se o raleio das mudas, permanecendo a mais vigorosa e centralizada no recipiente.

A fim de se evitar ataque de pragas e doenças, foram realizadas aplicações de defensivos em dias alternados até o raleio e, de três em três dias, até o final do experimento que ocorreu aos 126 dias, momento no qual as mudas do melhor tratamento atingiram a altura considerada ideal pela prática do viveiro. Os produtos utilizados foram: fungicida à base de oxicleto de cobre, 350 g IA por kg, na proporção de 300 g para 100 L de água e o inseticida à base de acefato, 750 g IA por kg, na proporção de 200 g para 100 L de água, seguindo as práticas rotineiras do viveiro.

Foram efetuadas irrigações diárias por microaspersão, em média 20 mm ao dia, fracionadas em quatro irrigações, conforme o padrão operacional do viveiro.

Foram medidos os diâmetros do colo e a altura da parte aérea das mudas aos 126 dias após a semeadura, quando as plantas de um dos tratamentos atingiram a altura de aptidão para plantio. Segundo Gomes et al. (2002), estas são variáveis indicadoras da qualidade de mudas em um viveiro.

A altura da parte aérea das mudas foi determinada a partir do diâmetro de colo até a parte mais elevada da última folha, utilizando-se uma régua graduada em milímetros. O diâmetro de colo das mudas foi determinado a um centímetro do substrato com auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

Para comparar os tratamentos com hidrogel ao controle sem hidrogel, foi utilizado o teste Tukey a 0,05. A análise quantitativa dos tratamentos que receberam o polímero foi feita por regressão e, nesse caso, a variável dependente foi a variação percentual da adubação aplicada (100%, 80%, 60%, 40% e 20%), considerando-se no mínimo 95% de probabilidade, tanto para os parâmetros estimados, quanto para a regressão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Características morfológicas das mudas com e sem o hidrogel e doses crescentes de adubo

Os dados das medições das características morfológicas das mudas de *Corymbia citriodora* aos 126 dias após a semeadura, referentes à altura (H) e diâmetro de colo (D), submetidos ao teste de médias, consta da Tabela 4. O teste indicou igualdade estatística entre os tratamentos 2 e 3, ao mesmo tempo em que os diferenciou dos demais, inclusive do controle. As mudas desses tratamentos resultaram em 23% a 26% a mais de crescimento em altura e 23% a 32% a mais em diâmetro de colo. Sem dúvida, foram mais eficientes no crescimento das mudas em função da presença do polímero hidrorretentor, o qual, conforme o esperado, auxiliou na retenção do fertilizante que foi liberado gradualmente ao longo do período de permanência das mudas nas embalagens. Consequentemente, é possível que o hidrogel tenha contribuído para a redução da lixiviação dos nutrientes adicionados nas adubações em cobertura.

Cabe destaque na comparação entre os tratamentos 1 (100% da dose sem hidrogel) e o 4 (60% da dose com hidrogel). Estes foram iguais estatisticamente quanto à variável altura, o que representou uma economia de 40% na quantidade do fertilizante aplicado, proporcionando o mesmo crescimento obtido pelo método convencional de aplicação de adubos do viveiro.

Para a variável diâmetro de colo, o tratamento 3 (80% da dose de adubo com hidrogel) foi superior, embora estatisticamente semelhante ao tratamento 2 (100% da dose de adubo com hidrogel) (Tabela 4). Mais uma vez, verificou-se que o tratamento 4 com 60% da dose com hidrogel, igualou-se ao tratamento 1 (100% da dose sem hidrogel).



**Tabela 4** – Valores médios de altura e diâmetro de colo de mudas de *Corymbia citriodora*, aos 126 dias após a semeadura.**Table 4** – Mean values of height and stem base diameter for *Corymbia citriodora* seedlings, 126 days after planting.

Tratamentos* (% de adubação e gel)	Altura (cm)	Diâmetro de colo (mm)
1(100/S)	13,05 b c	1,73 c d
2(100/G)	16,05 a	2,13 a b
3(80/G)	16,42 a	2,29 a
4(60/G)	13,62 b	1,90 b c
5(40/G)	10,88 c d	1,57 d
6(20/G)	08,97 d	1,23 e

\*G tratamentos com e S sem hidrogel; médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível 0,05 para o teste Tukey; CV para altura e diâmetro do colo = 7,9% e 6,7% respectivamente.

Essas análises permitiram eleger o tratamento 4 como aquele capaz de economizar o máximo de fertilizantes (40%) e obter o mesmo crescimento em altura e diâmetro de colo, quando comparado ao tratamento 1.

Por outro lado, o tratamento 3, que economizou 20% de fertilizantes quando comparado ao controle, possibilitou o maior crescimento em altura e diâmetro. Além da economia de adubo, esse tratamento proporcionou a formação de mudas maiores no mesmo período do que os outros, podendo, em escala comercial, ser útil na redução no tempo de expedição.

Os dados obtidos do tratamento 5 com hidrogel, utilizando apenas 40% da adubação, comumente aplicada no viveiro, foram semelhantes ao tratamento 1, determinando uma economia de 60% do fertilizante aplicado. Não se deve, no entanto, considerar que os valores de altura e diâmetro de colo, obtidos do tratamento 1, tem sido um crescimento satisfatório. Provavelmente, são necessários testes com parcelamentos e dosagens de adubação de base e/ou de cobertura, visando a um melhor desempenho das mudas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Tittonel et al. (2002), trabalhando com pimentão, onde todos os tratamentos com o hidrogel na mesma dose utilizada no presente estudo (6 g L<sup>-1</sup> de substrato), diferiram estatisticamente em altura, massa de matéria seca, dentre outros parâmetros, quando comparados aos tratamentos sem a utilização do polímero. Analogamente, Geesing e Schmidhalter (2004) notaram efeito positivo para o uso do hidrogel a partir de 3 g L<sup>-1</sup> de substrato no incremento de massa das plantas de trigo avaliadas. Dusi

(2005) também ressalta um incremento no crescimento inicial das plantas de braquiária que receberam o hidrogel.

O maior interesse dos viveiristas é a antecipação da expedição das mudas para o campo. Para isso, utilizam a variável altura em primeiro lugar e, em seguida, o diâmetro de colo como ordem de prioridade para a tomada de decisão, para completar a avaliação da qualidade das mudas. De acordo com a Tabela 4, os tratamentos 2 e 3, que são iguais estatisticamente, produziram mudas de maior altura. Sendo assim, o tratamento 3, além de resultar em maior altura comparada com os demais, gera uma economia de 20% em fertilizantes.

Segundo Gomes et al. (2002), a altura da parte aérea, dentre outros aspectos, apresenta boa contribuição à qualidade final das mudas para expedição. Os mesmos autores ainda destacam esse parâmetro pela facilidade de coleta e por evitar a destruição das mudas.

### 3.2 Características morfológicas das mudas com hidrogel e doses crescentes de adubo

Para o estudo de altura e diâmetro de colo das mudas, referentes aos tratamentos com hidrogel, foram avaliados modelos de regressão, para os quais o quadrático resultou no melhor ajuste (Tabela 5).

Nas Figuras 1 e 2, são apresentados os dados de altura da parte aérea e diâmetro de colo, respectivamente, juntamente com as curvas de ajuste. Calculados os pontos de máxima de ambas as equações, obtiveram-se, respectivamente, para altura e diâmetro de colo, os valores de 66,8% e 63,9%. De 20% da dose de adubo até esses valores as curvas tiveram tendência ao crescimento, seguido de diminuição até o nível de 100% da dose.

O desenvolvimento máximo da muda em altura foi atingido com a dose de 2,0 g de adubo L<sup>-1</sup> de substrato, que corresponde, respectivamente, a 15,2; 4,8 e 8,0 mg de N, P e K por embalagem.

Em relação ao diâmetro, a dose que resultou no maior valor foi de 1,9 g de adubo L<sup>-1</sup> de substrato, que corresponde, respectivamente, a 14,4; 4,6 e 7,6 mg de N, P e K por embalagem.

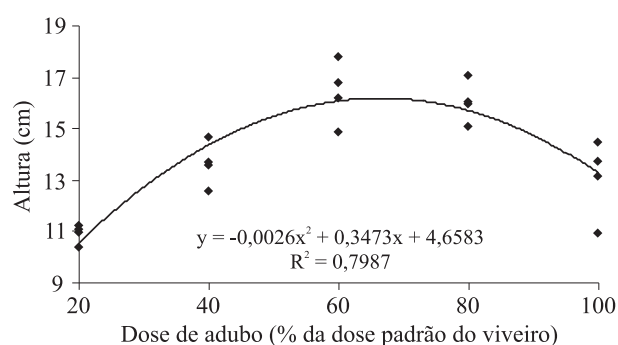
Claramente, as doses acima dos pontos de máxima determinaram prejuízos ao crescimento das mudas, indicando que a possível redução no processo de lixiviação dos nutrientes aplicados, como resultado da atuação do polímero hidrorretentor, levou ao excesso dos elementos no substrato. Vichiato et al. (2004) afirmaram que a incorporação do hidrorretentor ao substrato de cultivo de porta-enxerto Tangerina Cleópatra promoveu elevação nos

**Tabela 5** – Parâmetros da regressão e significância para a altura da parte aérea (H) e diâmetro de colo (D) em função da dose de adubação (A), em mudas de *Corymbia citriodora*, aos 126 dias após a semeadura, para os tratamentos com adição de gel.

**Table 5** – Regression parameters and significance for shoot height (H) and stem base diameter (D) as a function of fertilization dosage (A), in *Corymbia citriodora* seedlings, 126 days after planting, for treatments with gel.

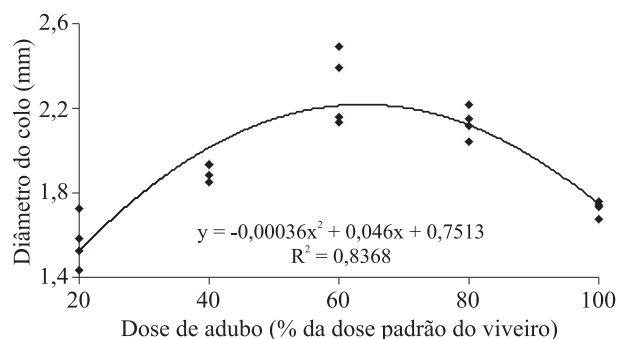
Variáveis	Estimativas dos parâmetros			FV	GL	QM	CV (%)	R <sup>2</sup>
	a	b**	c**					
H f(A)	4,6583	0,3473	-0,0026	Regressão	2	39,7421**	7,75	0,7987
				Indep. regr.	17	1,1781		
D f(A)	0,7513	0,046**	-0,00036**	Regressão	2	0,6429**	6,32	0,8368
				Indep. regr.	17	0,0148		

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. Para os coeficientes da regressão utilizou-se o teste t de Student e para a regressão, o teste F.



**Figura 1** – Altura das mudas de *Corymbia citriodora* em função das doses de fertilizante, aos 126 dias após a germinação, para os tratamentos com gel.

**Figure 1** – Height of *Corymbia citriodora* seedlings as a function of fertilizer dosages, 126 days after germination, for treatments with gel.



**Figura 2** – Diâmetro de colo das plantas de *Corymbia citriodora* em função das doses de fertilizante, aos 126 dias após a semeadura, para os tratamentos com gel.

**Figure 2** – Stem base diameter for *Corymbia citriodora* seedlings as a function of fertilizer dosages, 126 days after planting, for treatments with gel.

valores do pH do substrato, decréscimos no crescimento e na matéria seca total, não havendo alteração expressiva no estado nutricional dos porta-enxertos, aos 150 dias pós-semeadura. Os autores ainda relatam que essa alteração no pH pode ser decorrente da alteração da capacidade de troca de cátions (CTC) do substrato, proporcionada pelo hidrorretentor adicionado ao mesmo, possivelmente pela maior retenção de cátions básicos. A CTC do hidrorretentor é muito alta quando comparada à maioria dos tipos de solo (MORAIS, 2001). Nesse caso, o aumento do pH poderia reduzir a disponibilidade de alguns micronutrientes (Fe, Mn, Zn) no substrato.

Respostas semelhantes de crescimento para diferentes doses de adubo foram encontradas por Pezzutti et al. (1999) e Simões et al. (1974), embora com limitações de comparação, uma vez que os recipientes, substratos e fertilizantes utilizados foram diferentes desse experimento.

Novos experimentos deverão contar com maior número de repetições e de tratamentos, ou ainda investigações mais detalhadas a respeito da adubação de base e de cobertura e seu parcelamento, procurando melhores ajustes nas curvas de regressão.

### 3.3 Razão altura/diâmetro de colo

Segundo Sturion e Antunes (2000), o índice H/D reflete o acúmulo de reservas, maior resistência e melhor fixação no solo. As mudas com baixo diâmetro de colo e alturas elevadas são consideradas de qualidade inferior às menores e com maior diâmetro.

Observa-se, na Tabela 6, que não houve diferença estatística entre os tratamentos. Embora essa razão, também denominada índice de robustez, seja considerada tanto melhor quanto menor, pois fornece informação de quão delgada é a muda (JOHNSON; CLINE, 1991),

**Tabela 6** – Valores médios de da razão altura/diâmetro de colo para mudas de *Corymbia citriodora*, aos 126 dias após a semeadura.

**Table 6** – Mean values of ratio of shoot height to stem base diameter for *Corymbia citriodora* seedlings, 126 days after planting.

Tratamentos* (% de adubação/gel)	Razão altura/diâmetro	
1(100/S)	7,55	a
2(100/G)	7,53	a
3(80/G)	7,17	a
4(60/G)	7,16	a
5(40/G)	6,96	a
6(20/G)	7,31	a

\*G tratamentos com e S sem hidrogel; médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível 0,05 para o teste Tukey.

a aplicação de diferentes doses de adubo no substrato com gel não promoveu alterações na variável razão altura/diâmetro em relação ao controle.

#### 4 CONCLUSÕES

Conforme a metodologia adotada no presente estudo e segundo os resultados obtidos conclui-se:

- houve efeito positivo para altura da parte aérea e diâmetro de colo com o uso de polímero hidrorretentor;
- não houve efeito da adição do polímero sobre a razão H/D;
- o uso do polímero permite a redução em, pelo menos, 20% da adubação rotineira, utilizada pelo viveiro comercial, podendo atingir 40%, tanto na adubação de base quanto na de cobertura.

#### 5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2010**: ano base 2009. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>>. Acesso em: 3 fev. 2011.

AZEVEDO, T. L. F. **Avaliação da eficiência do polímero agrícola de poliacrilamida no fornecimento de água para o cafeeiro (Coffea arabica L) cv. Tupi**. 2000. 38 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2000.

AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A.; FREITAS, P. S. L.; FRIZZONE, J. A. Níveis de polímero

superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1239-1243, 2002.

DUSI, D. M. **Efeito da adição do polímero hidrorretentor na eficiência da adubação nitrogenada no crescimento de Brachiaria decumbens cv. Basilisk. em dois diferentes substratos**. 2005. 83 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ESTANISLAU, A. A.; BARROS, F. A. S.; PEÑA, A. P.; SANTOS, S. C.; FERRI, P. H.; PAULA, J. R. Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de cinco espécies de *Eucalyptus* cultivadas em Goiás. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 95-100, 2001.

FABROWSKI, F. J. **Eucalyptus smithii R. T. BAKER (Myrtaceae) como espécie produtora de óleo essencial no sul do Brasil**. 2005. 225 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

GEESING, D.; SCHMIDHALTER, U. Influence of sodium polycrylate on the water-holding capacity of three different soils and effects on growth of wheat. **Soil Use and Management**, Hoboken, v. 20, p. 207-209, 2004.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, nov./dez. 2002.

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

MIKKELSEN, R. L.; BEHEL, A. D.; WILLIAMS, H. M. Addition of gel-forming hydrophilic polymers to nitrogen fertilizer solutions. **Fertilizer Research**, Raleigh, v. 36, p. 55-61, 1993.

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



- MORAIS, O. **Efeito do uso de polímero hidrorretentor no solo sobre o intervalo de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.)**. 2001. 73 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, 2001.
- PEREIRA, J. C. D.; STURION, J. A.; HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Y. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113 p. (Documentos, 38).
- PETERSON, D. Hydrophilic polymers: effects and uses in the landscape. **Soviet Soil Science**, Moscow, v. 13, n. 4, p. 111-115, 2003.
- PEZZUTTI, R. V.; SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. Crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta à fertilização NPK. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 117-125, 1999.
- SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL. **Atlas multirreferencial do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, 1990. 28 p.
- SGARBI, F.; SILVEIRA, R. V. A.; HIGASHI, E. N.; PAULA, T. A.; MOREIRA, A.; RIBEIRO, F. A. Influência da aplicação de fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de um clone de *Eucalyptus urophylla*. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, 2., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF/ESALQ, 1999. p. 120-125.
- SIMÕES, J. W.; LEITE, N. B.; TANAKA, O. K.; ODA, S. **Fertilização parcelada na produção de mudas de eucalipto**. Piracicaba: IPEF, 1974. 109 p. (Circular técnica, 8).
- STURION, J. A.; ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. (Ed.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo: Embrapa-CNPq, 2000. p. 125-150.
- TAYLOR, K. C.; HALFACRE, R. G. The effect of hydrophilic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 5, p. 1159-1161, 1986.
- TITTONELL, P. A.; GRAZIA, J. de; CHIESA, A. Adición de polímeros superabsorbentes en el medio de crecimiento para la producción de plantines de pimienta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 641-645, 2002.
- VICHIATO, M. et al. Crescimento e composição mineral do porta-enxerto de tangerina Cleópatra cultivado em substrato acrescido de polímero hidrorretentor. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 748-756, jul./ago. 2004.
- VIERO, P. W. M.; LITTLE, K. M. A comparison of different planting methods, including hydrogels, and their effect on eucalypt survival and initial growth in South Africa. **Southern African Forestry Journal**, Pretoria, v. 208, n. 1, p. 5-14, 2006.
- VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. **Óleo essencial de eucalipto**. Piracicaba: FEALQ, 2003. 26 p. (Documentos florestais, 17).