



INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO DE BASE E DA ADUBAÇÃO FOLIAR EM
MUDAS DE *Eucalyptus grandis*.

Ana Carolina de Oliveira Sousa

ORIENTADOR: Prof. Dr. Eduardo Vinícius da Silva

SEROPÉDICA – RJ
FEVEREIRO - 2013



INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO DE BASE E DA ADUBAÇÃO FOLIAR EM
MUDAS DE *Eucalyptus grandis*

Ana Carolina de Oliveira Sousa

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheira Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

SEROPÉDICA – RJ
FEVEREIRO - 2013



INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO DE BASE E DA ADUBAÇÃO FOLIAR EM MUDAS DE
Eucalyptus grandis.

Ana Carolina de Oliveira Sousa

Aprovada em

Banca Examinadora:

Prof. Eduardo Vinícius da Silva - UFRRJ
Orientador

Prof. Lucas Amaral de Melo – UFRRJ

Profa. Silvia Aparecida Martim – UFRRJ

DEDICO:

*A meus pais,
Marilisa Jacintho de O. Sousa e Josué Teixeira de Souza,
que realmente são os melhores.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e aos bons espíritos pela ajuda e proteção sempre.

Em seguida agradeço a minha família, principalmente minha mãe com suas orações, meu pai com seus conselhos, e a meu irmão e melhor amigo Carlos Henrique.

Obrigada a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por me acolher e me dar à oportunidade de ser Engenheira Florestal.

A meu orientador Eduardo Vinícius da Silva, obrigada pela paciência, pela confiança e pela oportunidade de aprender.

Obrigada também ao professor Lucas Amaral de Melo pela colaboração e disponibilidade sempre.

A professora Silvia Martim, que me incentivou sempre.

Obrigada a Vinícius Bertin, pelo amor e companheirismo nesses cinco anos de graduação.

A Maria Clara e Ana Julia, por compreenderem minha ausência, e me responderem com amizade verdadeira, e a minha prima Priscila, que me proporcionou a alegria de tê-las em minha vida.

A minha prima Vanessa por vibrar junto comigo nas vitórias.

A meus tios e padrinhos Marlon e Marília por acreditarem em mim sempre.

Obrigada Sebastião Corrêa da Costa pela alegre convivência no viveiro.

Muito obrigada aos amigos que me ajudaram, passaram calor, perderam a tarde lavando mudas, ou digitando e formatando incansavelmente: Maria Amelia, Mônica, Izabella, Vinícius, Thales, Pedro e Neide.

Obrigada à turma 2007-II, vocês já moram no meu coração, em especial às floresteiras queridas: Mônica, Tainá, Bruna e Evelyn pelo carinho.

Agradeço aos amigos da Rural, uma nova família que conheci. Obrigada pelas risadas e pelos incentivos, obrigada a Camila Paula, por me ensinar que é possível se divertir, e estudar também.

Obrigada Carolina Moreira pelo apoio e amizade que eu sempre pude contar.

Finalmente, mas não menos importante, obrigada a todos os cães que me acompanharam e protegeram, principalmente ao Jimmy e ao Cleminho.

RESUMO

A adubação foliar é considerada por alguns autores como fonte complementar de nutrientes, porém as informações são escassas e confusas, sendo que dados específicos para o eucalipto são muito raros. Hoje em dia alguns produtores já usam a adubação foliar em culturas arbóreas como Citrus e Café. O objetivo deste trabalho foi verificar a resposta de mudas de *Eucalyptus grandis* em relação à adubação de base e a diferentes concentrações de adubo foliar durante o processo de produção do viveiro. A hipótese testada foi a de que o crescimento das mudas de eucalipto é influenciado positivamente pela adubação via fertilização foliar com ou sem a aplicação de adubo mineral na adubação de base. O experimento foi conduzido em duas etapas: primeiro a produção de mudas a partir de sementes de *E. grandis*, em substrato com e sem adubação; depois as aplicações semanais do fertilizante foliar em cinco concentrações diferentes: 0 ml L⁻¹; 1 ml L⁻¹; 2 ml L⁻¹; 3 ml L⁻¹; 4 ml L⁻¹. A partir de 40 dias após a semeadura, foram feitas as mensurações em diâmetro, altura e área foliar. Aos 150 dias também foram obtidas a massa seca da parte aérea, e a massa seca da parte radicular. O delineamento experimental utilizado na análise estatística foi inteiramente casualizado com 10 tratamentos, 5 repetições e 20 plantas por repetição. Constatou-se que tanto as plantas que receberam adubação de base quanto aquelas que não receberam responderam positivamente à adubação foliar. Quando se faz a adubação base para a produção de plantas de eucalipto, menor é a necessidade de adubação foliar. A adubação de base foi mais significativa que a adubação foliar, ou seja a adubação foliar não é uma fonte principal de nutrientes, mas pode ser considerada uma fonte complementar na adubação das mudas.

Palavras chave: Fertilização foliar; viveiro; Produção de mudas.

ABSTRACT

Leaf fertilization is considered by some authors as a complementary source of nutrients, however those informations are confuses and rare. Especially for Eucalyptus these data are extremely rare. Nowadays some crop producers already use leaf fertilization in citrus and coffee. The objective of this study was to verify the eucalyptus growth related with base fertilization and different concentration of leaf fertilizer during the nursery's production process. The tested hypothesis was that the eucalyptus plants growth has positive influence of leave fertilization with or without mineral fertilizer during seedling at base fertilization. The experiment was conducted in two stages: First, eucalyptus plant production from seeds into different soils with or without leaf fertilization. Secondly, weekly leaf fertilizer applications in five different concentrations 0ml L^{-1} ; 1ml L^{-1} ; 2ml L^{-1} ; 3ml L^{-1} ; 4ml L^{-1} . After 40 days after the production from seeds, diameter, height and leaf area were measured. At 150 days after the conclusion of both stages, the aerial part dry mass, and roots dry mass were also measured. The experimental lineation used at the statistical analysis was completely randomized and this study has been during almost 150 days. Was ascertained that plants that received base fertilization and leaf fertilization also answered positively to leaf fertilization . When base fertilizations are used, lower concentrations of leaf fertilizer are required. Whether not the leaf fertilizer concentration are supposed to be higher, it means that leaf fertilizations is not a main source of nutrients, but can be considered as a complementary source in plant fertilization.

When base fertilization is done to the *E. grandis* plants production; less is the necessity of the leaf fertilization. The base fertilization was the most meaningful comparing with the leaf fertilization, it means that the leaf fertilization is not a main source of nutrients, but can be considered a complementary source at the base fertilization of the *E. grandis* plants.

Key words: Leaf fertilization; nursery; plant production.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	Viii
LISTA DE TABELAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	1
2.1 Processo de absorção foliar.....	1
2.2 Adubação foliar em eucalipto.....	4
2.3 Adubação foliar em outras culturas perenes.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 Área de estudo.....	5
3.2 Preparo dos tubetes.....	6
3.3 Semeadura.....	6
3.4 Delineamento experimental.....	6
3.5 Adubações foliares.....	8
3.6 Mensurações.....	8
3.7 Análise estatística.....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
5. CONCLUSÃO	16
6. BIBLIOGRAFIA	17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cutícula foliar.....	3
Figura 2: Viveiro Fernando Luís Oliveira Capellão.....	5
Figura 3: Desbastes.....	6
Figura 4: Experimento instalado no viveiro.....	7
Figura 5: Croqui do experimento.....	8
Figura 6: Lavagem das mudas.....	9
Figura 7: Gráficos altura e diâmetro com e sem adubação base.....	11
Figura 8: Mudas com e sem adubação de base, com 3 mL.L ⁻¹ do adubo foliar.....	11
Figura 9: Mudas sem e com adubação de base com diferentes concentrações de adubo foliar.....	12
Figura 10: Gráficos área foliar com e sem adubação de base.....	12
Figura 11: Biomassa aérea e radicular das plantas.....	13
Figura 12: Muda com adubação de base e 2mL.L ⁻¹ de adubo foliar.....	13
Figura 13: Gráfico das variáveis altura, diâmetro e área foliar.....	16
Figura 14: Mudas heterogêneas procedentes de sementes	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tratamentos testados.....	7
Tabela 2: Nutrientes do adubo foliar utilizado.....	8
Tabela 3: Análise de variância para altura, diâmetro e área foliar.....	10

1. INTRODUÇÃO

Dentre as inúmeras espécies florestais aptas a serem utilizadas em programas de reflorestamentos, o eucalipto se destaca no cenário nacional, em razão do seu rápido crescimento, boa adaptação ecológica e diversidade de usos (BERGER, 2002; MENEGASSI, 2012).

A produção de mudas é uma das fases mais importantes para o estabelecimento dos povoamentos florestais. A nutrição adequada das mesmas é fator essencial para assegurar boa adaptação e crescimento após o plantio. Sendo assim, o uso de fertilizantes e doses adequadas para cada espécie é um importante fator a ser considerado nos viveiros, pois é ele interfere no crescimento da planta, reduzindo o tempo de formação das mudas e as perdas de campo.

A prática de adubação é um fator indispensável para a produção de mudas florestais, em quantidade e qualidade. Quando bem executada, acelera consideravelmente o crescimento das mudas, reduzindo os custos de produção.

Devido aos altos custos de produção, os trabalhos voltados para a produção de mudas de eucalipto buscam solucionar problemas encontrados nos viveiros florestais, como exemplo pode-se citar a adubação em geral. A adubação foliar é cara, deve ser usada somente na produção de mudas ornamentais e adotada somente para se evitar ou corrigir deficiências de alguns nutrientes.

A adubação foliar não pode ser adotada como técnica principal para o fornecimento de nutrientes (VALERI; CORRADINI, 2000; MENEGASSI, 2012). Porém, os estudos para espécies arbóreas são escassos e confusos, sendo que dados específicos para o eucalipto ainda são pouco encontrados. Existe um consenso geral de que a adubação foliar contribui para o crescimento de plantas arbóreas, porém não se sabe o quanto exatamente.

O objetivo deste trabalho foi verificar a resposta de mudas de *Eucalyptus grandis* em relação à adubação de base e a diferentes concentrações de adubo foliar. A hipótese testada foi a de que o crescimento das mudas de eucalipto é influenciado positivamente pela adubação via fertilização foliar com ou sem a aplicação de adubo mineral no substrato de produção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Processo de absorção foliar

As folhas são basicamente estruturadas em epiderme superior; mesofilo (parênquima paliçádico – na região ventral ou adaxial, e parênquima esponjoso – na região dorsal ou abaxial), e epiderme inferior. A epiderme é um conjunto de células dispostas compactamente. Além das células epidérmicas, é possível encontrar cutícula (material proveniente de ácidos graxos) e estômatos, (geralmente em maior número na face ventral), (PIMENTEL, 2004).

Abaixo da cutícula existe uma camada cutinizada mais espessa, que consiste em um esqueleto de celulose incrustado com cutina, cera e pectina. Essas duas camadas tem diversas funções, sendo a principal reduzir a perda de água e nutrientes pela transpiração excessiva (SITTE; RENNIER, 1963; KUBOTA, 2006).

Os estômatos são aberturas ajustáveis que controlam a entrada de CO₂ para o mesofilo, ou seja, é necessário para sustentar a fotossíntese e também controlar a perda de água pela transpiração (EICHERT; FERNÁNDEZ, 2009)

A epiderme é relativamente impermeável à água. Em suas paredes externas, há placas delgadas que minimizam a perda de água da folha quando os estômatos estão fechados. A epiderme superior da folha, logo abaixo da cutícula, pode apresentar estruturas que favorecem a entrada de íons, denominadas de tricomas. No mesofilo, mais especificamente no parênquima esponjoso, é onde são feitas as trocas gasosas, possuindo também relação espacial com o sistema vascular (nas folhas, nervuras) (PIMENTEL, 2004).

A aplicação de nutrientes nas folhas das plantas, com o objetivo de complementar ou suplementar as necessidades nutricionais das mesmas, não é uma prática nova, sendo conhecida há mais de 100 anos (BORKERT, 1987; REZENDE, 2005) embora, só recentemente, estudada mais a fundo, se comparada a outros métodos de adubação (REZENDE, 2005).

O nutriente, chegando ao citoplasma celular, pode chegar ao vacúolo, ou pode translocar-se para outras células por via de plasmodesmas, até chegar ao floema das nervuras e, daí, ser transportado para os locais de consumo, formando os compostos que fazem parte do organismo vegetal.

O transporte de micronutrientes absorvidos pelas folhas para outras partes das plantas está longe de ser entendido e quantificado. (BOARETTO, 2003). Duas propriedades são de muita importância para o entendimento da absorção foliar: a molhabilidade e a troca iônica. A molhabilidade é a propriedade que a folha tem de permitir a aderência das gotículas de solução contendo micronutrientes que entram em contato com a sua superfície e deixar que a solução penetre em seu interior. A molhabilidade da folha reflete a quantidade de água retida por unidade de área.

As superfícies foliares podem ser classificadas de acordo com o ângulo de contato externo em: molháveis (ângulo de contato externo < 90°) e superfícies altamente repelentes (ângulos de contato externos > 110°). Quando as folhas possuem uma molhabilidade intermediária, pode-se adicionar agentes molhantes às soluções para serem aplicadas sobre as folhas. O fenômeno ocorre porque, aumentando o contato da solução com a superfície foliar, haverá maior possibilidade de penetração da solução contendo os nutrientes. (BOARETTO, 2003).

Os tricomas aumentam a propriedade de molhamento das folhas, e os ectodesmas (protuberâncias do citoplasma), que se projetam na cutícula, reduzem o percurso do íon da superfície externa até a membrana celular (MALAVOLTA, 1980; KUBOTA, 2006).

Os nutrientes aplicados via foliar, podem penetrar através da superfície da folha tanto pela cutícula quanto pelos estômatos e a importância dessas duas vias ainda está em debate. Há evidências de que ambas as vias podem ser de igual importância, mas isto depende também das propriedades do composto em estudo, como por exemplo, a solubilidade em água, a molhabilidade da folha, a composição da cutícula, a densidade de estômatos, etc (EICHERT; FERNÁNDEZ, 2009).

Os estômatos são uma via importante para a absorção de nutrientes, se estiverem presentes na superfície superior das folhas (adaxial), local este em que se faz a pulverização do adubo foliar. Porém, em muitas espécies folhosas, os estômatos estão localizados na superfície inferior da folha (abaxial), de modo que a infiltração de soluções de pulverização pode ocorrer de forma limitada (FERREIRA et al, 1999).

Apenas uma pequena porção da solução aplicada penetram na planta através dos estômatos, pois menos de 10% destes são cobertos por uma gota da solução foliar, (EICHERT ; FERNANDEZ, 2009).

A natureza hidrofóbica da cutícula é uma barreira para os solutos polares hidrofílicos . Enquanto que moléculas lipofílicas penetram numa proporção maior e vão para espaços vazios. A penetração de moléculas hidrofílicas na membrana segue o modelo de difusão-solução. Este modelo diz que a penetração da molécula nos espaços decorrem de sua solubilidade e mobilidade (EICHERT ; FERNANDEZ, 2009).

A cutícula é seletiva também ao tamanho (BUCHHOLZ et al., 1998). O tamanho dos espaços é da mesma ordem de grandeza que os solutos na superfície da folha, isso define um tamanho limite para moléculas penetrantes.

Com algumas exceções, como a ureia, os fertilizantes foliares são aplicados como íons com baixa solubilidade na cutícula. Com isso, a taxa de absorção deveria, diminuir, mas estudos com cutículas isoladas em laboratório mostram que ocorre o contrário.

Devido a isso, surgiu a hipótese dos “poros polares” da cutícula. Sob condições de atmosfera seca, apenas pequena quantidade de água vai ser absorvida pela cutícula externa e, portanto, os poros que atravessam a cutícula vão ser menos funcionais, ou seja, para ocorrer a penetração de íons é necessária a umidade (Figura 1). Esta hipótese é suportada pela observação de que a taxa de penetração de íons através de cutículas isoladas aumentou fortemente com o aumento da umidade relativa do ar (FERNANDEZ, 2009).

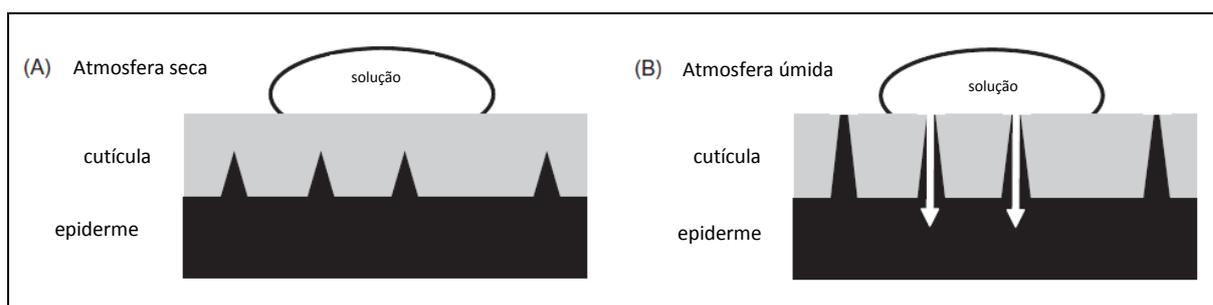


Figura 1: Cutícula em atmosfera não hidratada (A) e hidratada (B).

Fonte: Adaptado de Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, Austrália, Ed. Elsevier Chapter 4

As cutículas também podem ter diferentes seletividades de tamanho para moléculas lipofílicas e hidrofílicas, porém há evidências, de que existem vias separadas para absorção dessas classes de compostos. Discute-se ainda se realmente existem poros polares "como uma organização independente", ou seja, o caminho para solutos hidrofílicos (EICHERT; FERNÁNDEZ, 2009).

Hoje a hipótese é de que apenas com a cutícula hidratada ocorrerá a penetração de íons. O aumento da hidrofilicidade da cutícula resultará no aumento da solubilidade dos solutos polares. Neste caso, a primeira teoria pode continuar valendo para os dois solutos. O diâmetro de íons hidratados como NO_3^- , é abaixo de 1nm, enquanto que moléculas orgânicas como o açúcar, podem ser muito maiores. Trabalhos com citros mostram que o tamanho dos poros polares é de 1nm em média. Porém, considera-se que este valor é uma média, logo podem existir poros maiores, permitindo assim a penetração de grandes moléculas (EICHERT; FERNÁNDEZ, 2009).

Ferreira et al. (1999) afirmaram que a umidade da cutícula pode influenciar na penetração do adubo foliar, pois, para a produção de mudas em tubetes, face às perdas d'água,

a diminuição do potencial hídrico ocorre à medida que se diminui a frequência de irrigação e, por conseguinte, a quantidade de água disponível.

O déficit de água afeta primeiro as raízes, a partir do qual é desencadeada uma série de efeitos na planta (TURNER, 1986; FERREIRA et al., 1999). Evidências sugerem que diferenças na resposta estomática ao estresse podem ser parcialmente determinadas por diferenças genéticas na capacidade de produção de ácido abscísico (ABA), o qual atua nas células guardas (FERREIRA et al., 1999). O nível de ABA pode aumentar de duas ou três vezes em plantas de eucalipto submetidas a estresse hídrico (FERREIRA et al., 1999).

Geralmente o período vespertino é mais quente que o matutino, e, fatores ambientais, como as altas temperaturas, podem modificar a morfologia e composição de ceras (WELKER; HAAS, 1999; EICHERT; FERNÁNDEZ, 2009). A umidade relativa do ar afeta a quantidade de cera por área foliar e a morfologia do cristal de cera (BAKER, 1974; KOCH et al., 2006; EICHERT; FERNÁNDEZ, 2009).

A taxa natural de absorção varia entre nutrientes, relatada como sendo: ureia-N > K « Mg > Ca > Mn « Zn > Cl > P ~ S > Fe ~ Mo (DAHMARDEH et al., 2011). O requisito fundamental para infiltração é uma tensão de superfície baixa (<25-30 mN m⁻¹), o que pode ser proporcionado por determinados compostos como os organossilicones, ou, os adjuvantes (STEVENS, 1993; DAHMARDEH et al., 2011).

Há estudos em que a aplicação foliar feita com compostos orgânicos lipofílicos contendo nitrogênio, fósforo, enxofre, resultou em maior absorção desses nutrientes (DAHMARDEH et al., 2011).

Rosolém (1984) ressalva que a utilização de sais solúveis de NPK, somente deve ser feita em baixa concentração, sendo necessárias várias aplicações para atingir a adequada quantidade de nutrientes nas plantas e afetar significativamente a produtividade.

Quando a concentração é aumentada, pode ocorrer a queima das folhas. Na prática, foram obtidos resultados muito inconsistentes quanto à eficiência da adubação foliar, havendo ainda inúmeros pontos obscuros a serem estudados, para sua utilização em larga escala (REZENDE, 2005).

2.2 Adubação foliar em eucalipto

O *Eucalyptus grandis* apresenta folhas glabras, anfiestomáticas, com estômatos do tipo anomocítico e dispostos no mesmo plano das demais células epidérmicas (SANTOS, et al., 2006). De acordo com Santos esses autores algumas espécies de *Eucalyptus* mostraram que a densidade de estômatos na superfície adaxial é menor do que na abaxial, sendo os valores para *E. grandis* de 50 e 550 mm⁻², respectivamente.

A densidade estomática é variável de acordo com a idade da planta e diretamente influenciada pelas condições ambientais. Entretanto, esta característica está positivamente relacionada com a assimilação de CO₂, provavelmente pela relação positiva da densidade estomática com as trocas gasosas e com a maior condutância estomática (BOARDMAN, 1977; SANTOS, et al., 2006).

As informações sobre a fertilização foliar florestal são escassas, e, em termos de eucalipto, existe nela muito pouca coisa (DAHMARDEH, et al., 2011; FERREIRA, et al., 1999; MENEGASSI, 2012).

Valeri (2000), afirmou que os estudos são escassos tanto para *Eucalyptus* quanto para *Pinus*.

2.3 Adubação foliar em outras culturas perenes

Atualmente alguns produtores já usam a adubação foliar em culturas como citros e café. As plantas cítricas são bastante exigentes em boro (B), zinco (Zn), manganês (Mn) e ferro (Fe), sendo comum a deficiência destes micronutrientes na citricultura mundial. A deficiência de Fe restringe-se aos citros cultivados em solos originários de substrato calcário. Em condições tropicais, as deficiências de B e Zn são as mais frequentes e há escassez de conhecimento sobre doses, modos eficientes de aplicação e critérios seguros para o diagnóstico da necessidade de adubação com esses nutrientes, razões pelas quais eles têm limitado a produtividade e a qualidade dos frutos cítricos no Brasil (QUAGGIO, 2003).

A baixa mobilidade no floema limita a redistribuição da maioria dos micronutrientes na planta. Apesar disso, a aplicação de micronutrientes nas plantas cítricas tem sido usualmente feita por meio de pulverizações foliares. Na citricultura, existem pesquisas que demonstram a eficiência da aplicação foliar do Zn, Mn e Fe, porém é necessário aplicá-los a cada renovação da folhagem, já que os nutrientes aplicados na vegetação anterior não se redistribuem para os tecidos novos (EMBLETON et al., 1965; QUAGGIO, 2003).

A aplicação via foliar de Zn em laranja pera é mais eficiente do que a aplicação no solo, já para o B é mais eficiente fazer a adubação no solo (QUAGGIO, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O experimento (Figura 2) foi instalado no Viveiro Florestal Fernando Luís Oliveira Capellão, situado no Instituto de Florestas, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-UFRRJ em Seropédica, no período de julho a dezembro de 2012.

O município de Seropédica está nas coordenadas 22°48"S e 43°41"W, apresenta clima Aw de acordo com a classificação de Köppen (CARVALHO, et. al, 2006). O índice "A" indica que a região apresenta clima tropical megatérmico, temperatura média do mês mais frio do ano maior que 18° C, ausência de estação invernal e forte precipitação anual. Já o índice "w" indica a presença de chuvas de verão (METEOROLOGIA, 2008).

O experimento foi feito na área externa do viveiro, não em casa de vegetação, ou seja, fatores externos como umidade, velocidade do vento e temperatura não puderam ser controlados.

A área utilizada foi de 1,0 X 3,5 m.



Figura 2: Experimento montado no viveiro Fernando Luís Oliveira Capellão.

3.2 Preparo dos Tubetes

Foram preparados 65 litros de substrato para preenchimento dos recipientes. O substrato era composto por 40% de substrato comercial, 30% fibra de côco, 20% esterco e 10% vermiculita. Foram utilizados 1000 tubetes com capacidade para 55 cm³ de substrato.

Metade dos tubetes continha substrato com adubação de base e metade continha substrato sem adubação de base. A adubação de base foi composta por 5 kg de NPK 06-30-06 por m³ de substrato e 1 kg de Superfosfato simples por m³ de substrato.

3.3 Semeadura

Neste experimento utilizou-se sementes de *Eucalyptus grandis*.

A semeadura nos tubetes ocorreu de forma manual, seguida da aplicação de uma fina camada de vermiculita, garantindo assim as melhores condições de germinação. Feito este processo, os tubetes foram cobertos com uma tela de polietileno (sombrite), como forma de proteger as sementes de interpéries climáticas.

Decorridos 12 dias da semeadura, o sombrite foi retirado e se fez o primeiro desbaste, deixando somente três plântulas por tubete (Figura 3A). Aos trinta e cinco dias após a semeadura realizou-se o segundo desbaste a fim de deixar apenas uma muda por recipiente (Figura 3B) a mais vigorosa e central.

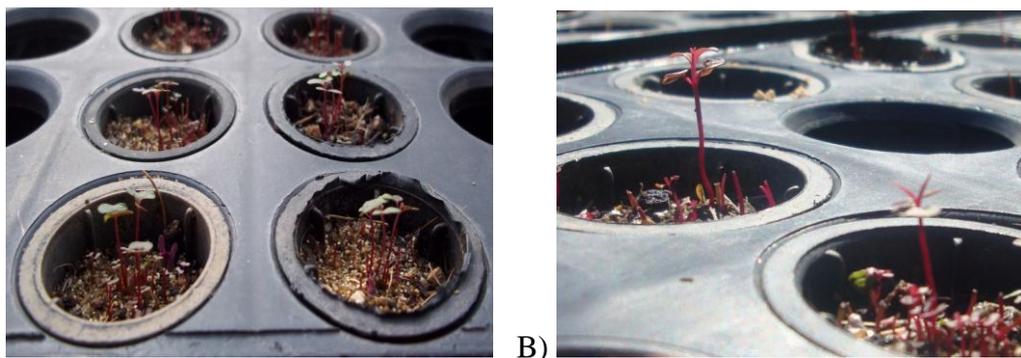


Figura 3: Detalhe do número de plantas deixadas após o desbaste; A) Primeiro desbaste, deixando três plântulas por recipiente; B) Segundo desbaste, deixando uma plântula por recipiente

3.4 Delineamento Experimental

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente aleatorizado com esquema fatorial (2 X 5) composto por dez tratamentos (Tabela 1), e cinco repetições com vinte mudas por parcela (Figura 4). A figura 5 mostra o croqui do experimento.

Tabela 1: Adubação de base e diferentes concentrações de adubo foliar formando os 10 tratamentos.

Tratamento	Adubação de base	Concentração de adubo foliar
1	SEM	0 mL.L ⁻¹
2	SEM	1 mL.L ⁻¹
3	SEM	2 mL.L ⁻¹
4	SEM	3 mL.L ⁻¹
5	SEM	4 mL.L ⁻¹
6	COM	0 mL.L ⁻¹
7	COM	1 mL.L ⁻¹
8	COM	2 mL.L ⁻¹
9	COM	3 mL.L ⁻¹
10	COM	4 mL.L ⁻¹



Figura 4: Experimento instalado. Destaque para fileiras com adubação de base.

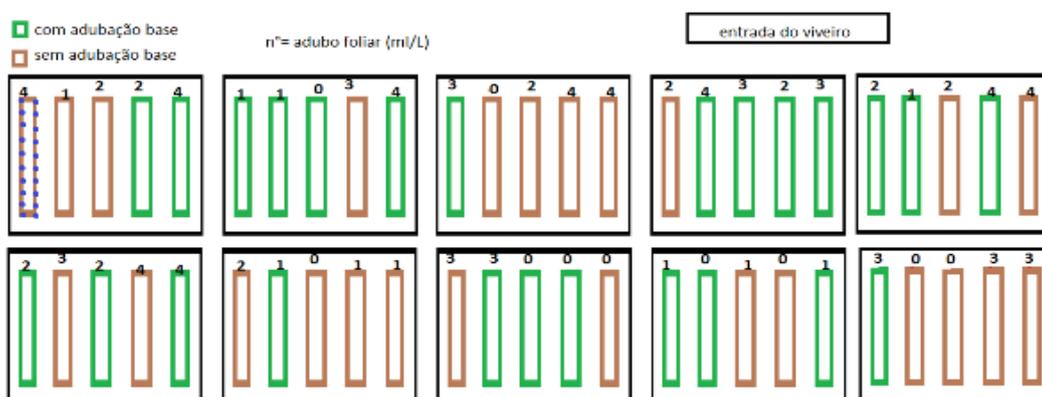


Figura 5: Croqui do experimento.

3.5 Adubações foliares

Quarenta e cinco dias após a semeadura foi realizada a primeira adubação foliar. Esta espera ocorreu para que antes do início da adubação, todas as plantas apresentassem pelo menos dois pares de folhas verdadeiras. A aplicação do adubo foliar ocorreu a partir das 16:30 h, após a irrigação diária do viveiro, com as folhas ainda úmidas. Inicialmente a frequência de aplicação do adubo foi realizada a cada dez dias, porém conforme o crescimento das plantas, a aplicação passou a ocorrer a cada sete dias. O adubo foliar usado foi o NIPHOKAN 10-08-08, diluído em água. A tabela 2 mostra a quantidade de nutrientes presentes em 1 litro do adubo foliar.

Tabela 2: Concentração de macro e micronutrientes no adubo foliar Niphokan 10-08-08.

Nutriente e forma disponível	Quantidade relativa do nutriente	Quantidade por litro
Nitrogênio (N)	10%	135 g L ⁻¹
Fósforo (P ₂ O ₃)	8%	108 g L ⁻¹

Potássio (K ₂ O)	8%	108 g L ⁻¹
Cálcio (Ca)	1%	13,50 g L ⁻¹
Magnésio (Mg)	0,50%	6,75 g L ⁻¹
Boro (B)	0,50%	6,75 g L ⁻¹
Cobre (Cu)	0,20%	2,70 g L ⁻¹
Manganês (Mn)	0,50%	6,75 g L ⁻¹
Zinco (Zn)	1,00%	13,50 g L ⁻¹

3.6 Mensurações

A partir de quarenta dias após a semeadura, a altura de todas as mudas por parcela foi mensurada com a utilização de uma régua, sendo a gema apical das mudas, a referência final. As medições ocorreram a cada 20 dias, prolongando-se até os 130 dias.

O diâmetro foi mensurado a partir de noventa dias após a semeadura, na altura do colo das mudas, com um paquímetro digital, a cada 30 dias, prolongando-se até os 130 dias.

A partir dos sessenta dias após a semeadura, a área foliar foi mensurada com auxílio de um paquímetro digital, a cada 30 dias. Os dados foram coletados em duas folhas, do primeiro e do segundo par de folhas, formando um ângulo de 90°. Cada folha foi mensurada em duas direções perpendiculares uma a outra, obtendo-se duas medidas por folha. Esse dois valores foram multiplicados para se obter a área de cada folha. Feito isso, os valores das áreas das duas folhas foram somados e divididos por dois, resultando na média da área foliar das mudas.

Aos 150 dias após a semeadura as mudas foram retiradas dos tubetes e tiveram suas raízes lavadas em água (Figura 6). Em seguida, foram separadas as partes aéreas das raízes, e colocadas em sacos de papel devidamente pesados. O material foi seco em estufa a 65° por 72 h (Dahmardeh, 2011), e, posteriormente pesado.



Figura 6: Detalhe das mudas sendo lavadas para retirada do substrato.

3.7 Análise estatística

Os dados foram analisados efetuando-se a análise de homogeneidade da variância para a verificação da necessidade de transformação dos dados. Após este primeiro teste, fez-se a análise da variância (ANAVA) para a verificação de diferenças. Havendo diferenças fez-se o teste de Skott-Knott para as comparações de médias ao nível de 5% de probabilidade. O programa computacional utilizado para a realização das análises estatísticas foi o SISVAR (FERREIRA, 2008).

Foram obtidas curvas “dose-resposta” para as diferentes concentrações de adubo foliar, com e sem a presença da adubação de base.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na Análise de variância (Tabela 3) verificou-se que a adubação de base e a concentração de adubo foliar influenciou significativamente o crescimento das plantas tanto em altura quanto em diâmetro do coleto (Figura 7).

Tabela 3: Resumo das tabelas de análise de variância para as variáveis altura, diâmetro e área foliar.

FV	GL	QM altura	QM diâmetro	QM área foliar
Adubação base	1	257,65**	2,92**	63803,78**
Concentração	4	6,64*	0,05ns	2231,28*
Ad. Base + concentração	4	0,76 ns	-6,12E-0003 ns	3586,75*
Erro	40	1,21	0,03	1052
CV%	-	12,64	16,04	17,81
Média Geral	-	10,70	1,00	182,12

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo.

As plantas que receberam a adubação de base junto com a adubação foliar apresentaram maior crescimento para as variáveis altura e diâmetro, ou seja, a adubação de base teve efeito mais significativo que a adubação foliar (Figuras 8 e 9).

Observou-se também, que as plantas que receberam a adubação de base precisaram de menor concentração de o adubo foliar (Figuras 7A e C). Nas plantas em que não se fez a adubação de base os melhores resultados foram obtidos com a aplicação de maiores concentrações do adubo foliar (Figuras 7B e D).

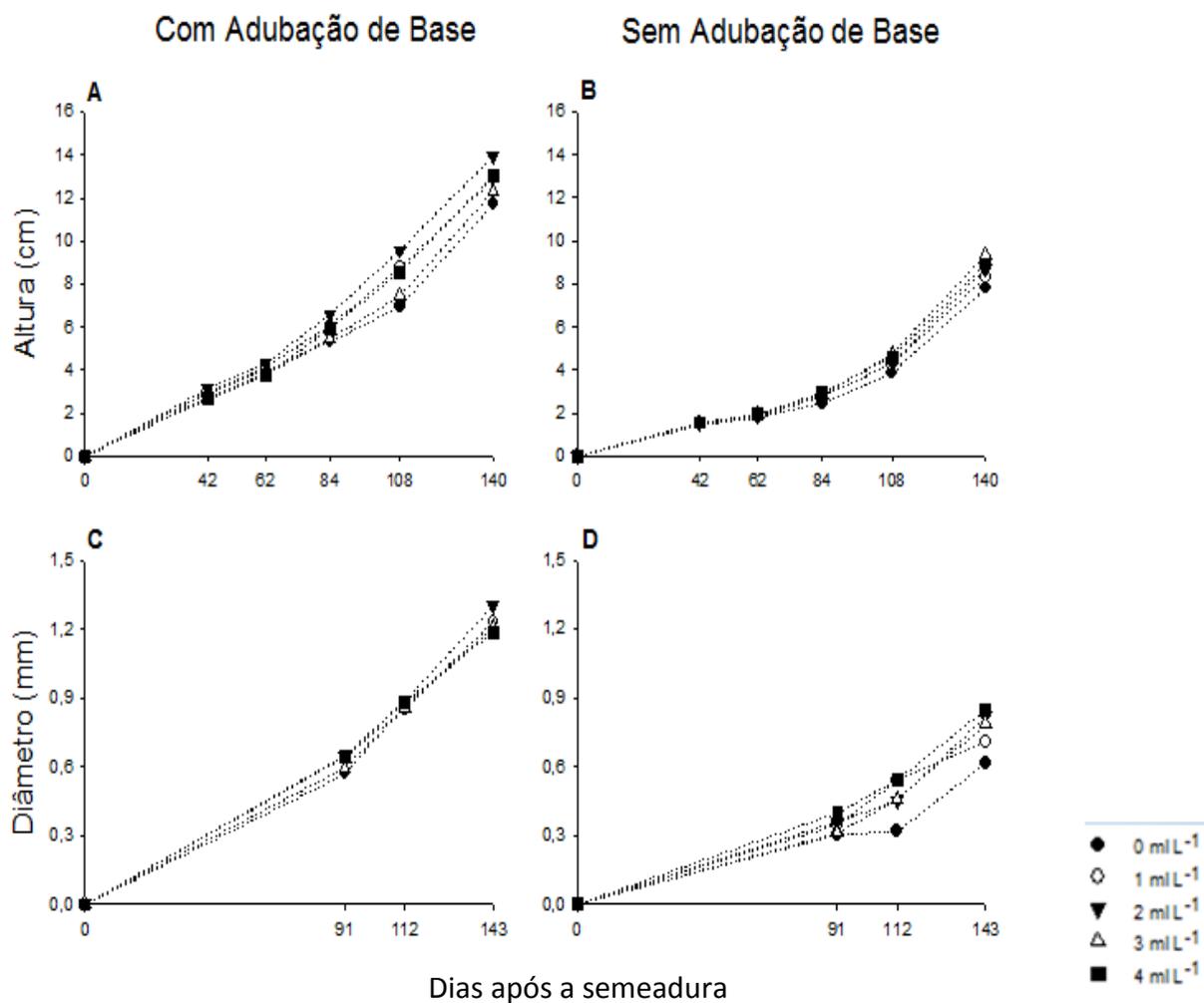


Figura 7: Gráficos de altura e diâmetro segundo a adubação de base e as concentrações do adubo foliar; A) altura com adubação de base; B) altura sem adubação de base; C) diâmetro com adubação de base; e, D) diâmetro sem adubação de base.



Figura 8: Duas mudas COM e duas SEM AB respectivamente. Ambas com a aplicação de 3 mL.L⁻¹ do adubo foliar.



Figura 9: Duas mudas SEM AB com a aplicação de 1mL.L^{-1} do adubo foliar, e, duas mudas SEM AB com a aplicação de 3mL.L^{-1} , respectivamente.

As plantas que apresentaram maior área foliar foram aquelas em que se fez a adubação de base + abubações foliares (Figura 10A e B).

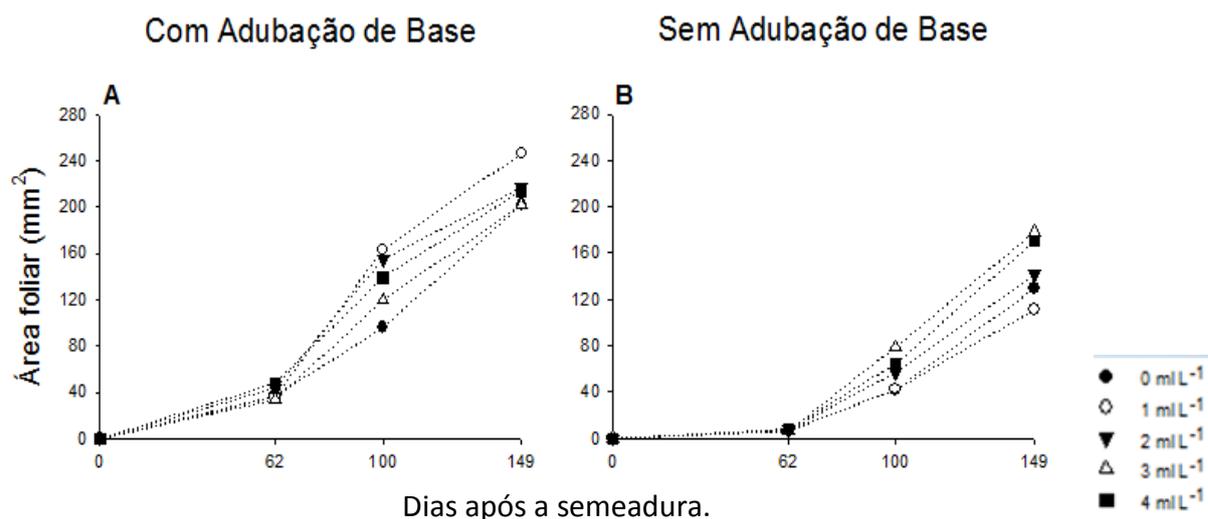


Figura 10: Gráficos da área foliar segundo a adubação de base e a concentração do adubo foliar; A) com adubação de base e B) sem adubação de base.

As plantas que receberam adubação de base e menores concentrações da solução do adubo foliar apresentaram maiores valores de área foliar (Figura 10A). Já em relação às plantas que não receberam adubação de base, as que apresentaram maiores valores de área foliar foram aquelas que receberam as maiores doses do adubo foliar (Figura 10B).

As plantas que receberam a adubação de base apresentaram maiores valores de biomassa tanto aérea quanto radicular (Figura 11). O crescimento aéreo foi maior do que o crescimento radicular em todos os tratamentos (Figura 12).

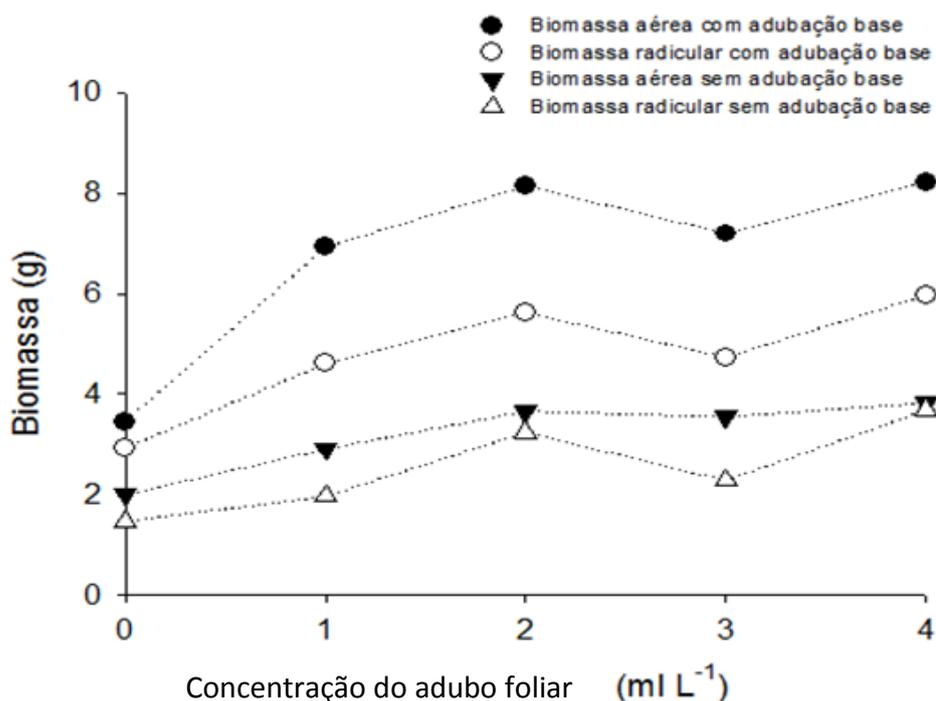


Figura 11: Biomassa aérea e radicular das plantas.



Figura 12: Muda com adubação de base e concentração 2 mL.L⁻¹ de adubo foliar.

As adubações (base e foliar) influenciaram similarmente o crescimento aéreo e radicular das plantas, porém sem diferença significativa entre concentrações.

A produção de biomassa aérea e radicular das plantas que receberam adubação de base foi maior do que as plantas que não receberam este tipo de adubação, o que evidencia sua importância. Analisando a produção de biomassa das plantas, observa-se que existem ganhos de produção quando se faz a adubação foliar, sendo esta uma alternativa que deve ser considerada na produção de mudas de eucalipto.

Eichert & Fernández (2009), afirmaram que a adubação foliar é de importância crescente na produção agrícola mundial, ou usado como um complemento para aplicações de solo ou em condições de pouca disponibilidade de nutrientes do solo, ajudando a manter a produtividade e qualidade, com baixo impacto ambiental.

STEVENS (1993) chegou à conclusão de que mesmo com formulações melhoradas utilizando espalhantes eficazes, fertilizantes foliares devem ser considerados como suplementos para superar as deficiências em micronutrientes, e para impulsionar macronutrientes em estádios fisiológicos críticos, em vez de como substitutos dos fertilizantes aplicados no substrato.

Tradicionalmente, a adubação foliar foi usada para corrigir deficiências de nutrientes, no entanto, existe uma tendência crescente para o uso de nutrientes sprays, na ausência de sintomas de deficiência, particularmente para elementos com mobilidade limitada tal como Ca, B, Zn, Fe ou Mn (Eichert & Fernández, 2009).

Neste trabalho observou-se que quando se faz a adubação base para a produção de plantas de eucalipto, menor é a concentração do adubo foliar, e, quando não se faz a adubação de base, a concentração da solução do adubo foliar tende a ser maior.

A hipótese testada neste trabalho foi a de que o crescimento das mudas de eucalipto é influenciado positivamente pela adubação foliar. Esta hipótese pode ser aceita visto que em todos os tratamentos em que se fez a adubação foliar, houve algum, mesmo que pouco, ganho de crescimento em relação as variáveis estudadas.

As plantas que não receberam a adubação foliar cresceram menos. Isso demonstra que, aliado às observações visuais de campo, não houve efeito negativo ao crescimento das plantas, como por exemplo, toxidez (Figuras 13A, B e C).

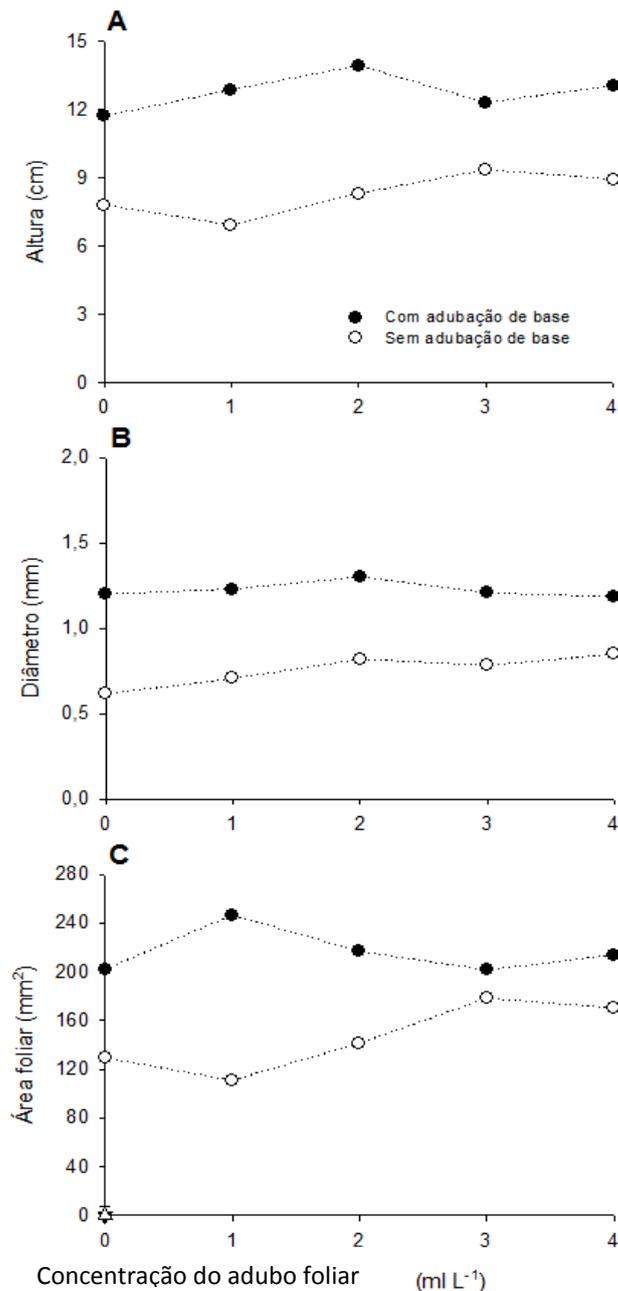


Figura 13: Gráficos das variáveis altura, diâmetro e área foliar na última mensuração de cada.

Porém, não se pode afirmar que a adubação foliar pode ser uma fonte principal de nutrientes na adubação de mudas de eucalipto, visto que, mesmo fazendo-se a adubação de base + adubação foliar, as plantas não atingiram o porte ideal para irem a campo até 150 dias após a semeadura, o qual é obtido tradicionalmente em 90 dias após a semeadura quando as mudas recebem adubação de base e adubação de cobertura via sistema radicular.

A adubação foliar pode ser uma fonte complementar de nutrientes em mudas de eucalipto, podendo esta ser uma alternativa de adubação de cobertura. Porém, para que isso seja implementado, são necessários mais estudos envolvendo diferentes fontes de nutrientes via folhas, melhores materiais genéticos (clones ou sementes de progênies melhoradas), com objetivo de diminuição da heterogeneidade dentro dos tratamentos (Figura 14), ou mesmo

padronizando as mudas no início das adubações foliares, verificar ainda quais são os períodos ideais de aplicação nas mudas, e tudo isso num ambiente controlado como casa de vegetação.



Figura 14: Mudanças heterogêneas procedentes de sementes para um mesmo tratamento, devido ao material genético não melhorado.

5. CONCLUSÃO

As principais conclusões deste trabalho foram:

- O efeito da adubação de base é mais significativo que a adubação foliar;
- O crescimento das mudas de eucalipto é influenciado positivamente pela adubação via fertilização foliar, pois independente da adubação de base, as plantas responderam positivamente à adubação foliar;
- Existem ganhos de produção quando se faz a adubação foliar, sendo esta uma alternativa que deve ser considerada na produção de mudas de eucalipto;
- Nas plantas que receberam adubação de base a aplicação de adubo foliar na concentração de 1 a 2 mL.L⁻¹ foi a que apresentou os melhores resultados para as características morfológicas de mudas;
- Para as plantas que não receberam adubação de base, os melhores resultados foram obtidos

- quando estas receberam entre 3 e 4 mL.L⁻¹ do adubo foliar;
- Portanto, quando se faz a adubação de base para a produção de plantas de eucalipto, menor é a concentração do adubo foliar, e, quando não se faz a adubação de base a concentração da solução do adubo foliar tende a ser maior.
 - A adubação foliar não é uma fonte principal de nutrientes na adubação das mudas.

6. BIBLIOGRAFIA

BAKER, E. A., 1974. The influence of environment on leaf wax development in *Brassica oleracea* var. *gemmifera*. *New Phytol*, p.73, 955–966.

BERGER, R.; et al., 2002. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* smith. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 75 87.

BOARDMAN, N. K., 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, v. 28, p. 355-377.

BOARETTO, A. E.; et al., 2003. Absorção e translocação de micronutrientes, aplicados via foliar, pelos citros. *Rev. Laranja*, Cordeirópolis, v.24, n.1, p.177-197.

BORKERT, C. M., 1987. Soja: adubação foliar. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 34 p.

BUCHHOLZ, A., 1998. Differences among plant species in cuticular permeabilities and solute mobilities are not caused by differential size selectivities. *Planta*, ed. 206, 322–328.

CARVALHO, D.; et al., 2006. Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica-RJ, utilizando lisímetro de pesagem. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, vol.14, n.2, p.108-116, 2006.

DAHMARDEH, M.; et al., 2011. *Eucalyptus* plantlet growth in relation to foliar application with complete fertilizers in Southeast of Iran. Iran, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol. *African Journal of Biotechnology*, v. 10.

EICHERT, T.; FERNÁNDEZ, V., 2012. Uptake and Release of Elements by Leaves and Other Aerial Plant Parts. In Marschner, H., *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*, Austrália, Ed. Elsevier Chapter 4, p 71-78.

EMBLETON, T. W.; et al., 1965. Effectiveness of soil vs. foliar applied zinc and of foliar applied manganese on California lemons. *American Society for Horticultural Science Proceedings*, Alexandria, v. 86, p. 253-259.

FERREIRA, C.A.G.; et al., 1999. Relações hídricas em mudas de *Eucalyptus citriodora* hook, em tubetes, aclimatadas por tratamentos hídricos. *Lavras, MG, Rev. Cerne*, v.5, n.2, p.095-104.

KOCH, K.; et al., 2006. Influence of air humidity on epicuticular wax chemical composition, morphology and wettability of leaf surfaces. *Environ. Exp. Bot.* N.56, 1-9.

KUBOTA, F.Y., 2006. Aumento dos teores de fósforo e de molibdênio em sementes de feijão (Phaseolus vulgaris L.), via adubação foliar. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Agronomia–Ciência do Solo, UFRRJ, Seropédica-RJ.

MALAVOLTA, E.; et al, 1980. Elemento de nutrição mineral de plantas. Piracicaba, Ed. Agronômica Ceres. 251p.

MENEGASSI, A. D., 2012. Produção de mudas de eucalipto sob diferentes fontes de adubação. Pato Branco-PR, UTFPR.

METEOROLOGIA. Classificação climática de Köppen. Disponível em: <http://meteo12.nforum.biz/t17-classificacao-climatica-de-koppen> acessado em 18 de setembro de 2012.

PIMENTEL, C., 2004. A relação da planta com a água. Seropédica, RJ, Ed. Edur.

QUAGGIO, J. A.; et al., 2003. Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranja pêra. Brasília, Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 38, n. 5, p. 627-634.

RESENDE, P. M.; et al, 2005. Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. Lavras, MG, UFLA, Ciênc. Agrotecnica, v. 29, n. 6, p. 1105-1111.

ROSOLÉM, C. A.; MARCELLO, C. S.; 1998. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada. **Scientiae Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 3, p.448-455, 1998.

SANTOS, L. D. T. et al., 2006. Características da epiderme foliar de eucalipto e seu envolvimento com a tolerância ao glyphosate. Viçosa-MG, Planta Daninha, SBCPD, v. 24, n. 3, p. 513-520.

SITTE, P.; RENNIER, R., 1963. Untersuchungen na cuticularen zallwandschiechten. *Planta*, v. 60, p. 19-40.

STEVENS, P. J. G., 1993. Formulation of sprays to improve the efficacy of foliar fertilizers. New Zealand, *New Zealand Journal of Forestry Science* 24(1): 27-34.

TURNER, L.B., 1986. The extent and pattern of osmotic adjustment in white clover (*Trifolium repens* L.) during the development of water stress. **Annals of Botany**, New York, v.66, n.6, p.721-727.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L., 2000. Fertilização em viveiros para produção de mudas de Eucalyptus e Pinus. In: GONÇALVES, José.Leonardo. de M., BENEDETTI, V. (Ed.). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF. p. 167 190.

WELKER, O. A.; HAAS, K., 1999. Temperature-depending micromorphology of epicuticular wax in cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata). *J. App. Bot.* 73, 99–104.

