

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**INFLUÊNCIA DO ETIL-TRINEXAPAC NO CRESCIMENTO
INICIAL DO EUCALIPTO**

Rodrigo Neto Pires

Biólogo

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INFLUÊNCIA DP ETIL-TRINEXAPAC NO CRESCIMENTO
INCIAL DO EUCALIPTO**

Rodrigo Neto Pires

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal)

2014

P667i Pires, Rodrigo Neto
Influência do etil-trinexapac no crescimento inicial do eucalipto /
Rodrigo Neto Pires. -- Jaboticabal, 2014
viii, 66 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014
Orientador: Pedro Luis da Costa Aguiar Alves
Banca examinadora: Magali Ribeiro da Silva, Grisel Marion
Fernández Childs
Bibliografia

1. *hormesis*. 2. Moddus. 3. *Eucalyptus urograndis*. 4. Clone
GG1000 I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 582.776

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



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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: INFLUÊNCIA DO ETIL-TRINEXAPAC NO CRESCIMENTO INICIAL DO EUCALIPTO

AUTOR: RODRIGO NETO PIRES

ORIENTADOR: Prof. Dr. PEDRO LUIS DA COSTA AGUIAR ALVES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. PEDRO LUIS DA COSTA AGUIAR ALVES
Departamento de Biologia Aplicada À Agropecuária / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. MAGALI RIBEIRO DA SILVA
Departamento de Ciencia Florestal / Faculdade de Ciencias Agronomicas de Botucatu


Profa. Dra. GRISEL MARIOM FERNANDEZ CHILDS
Universidad de la República do Uruguay / Paysandu/Uruguay

Data da realização: 03 de outubro de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RODRIGO NETO PIRES – Nasceu no dia 16 de novembro de 1989 em Andradina – SP. No início de 2008 iniciou o curso de Ciências Biológicas na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), câmpus de Jaboticabal. No ano de 2011 iniciou um estágio nas áreas de fisiologia vegetal e manejo de culturas, trabalhando durante o último ano do curso de graduação e o semestre seguinte. Ainda no ano de 2011 foi bolsista de Iniciação Científica pelo PIBIC/CNPq. Concluiu o curso de Ciências Biológicas em 2012 apresentando o Trabalho de Conclusão de Curso realizado no mesmo laboratório de seu estágio e, no segundo semestre de 2012 ingressou no curso de mestrado em Produção Vegetal pelo Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da FCAV pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” sob concessão de bolsa de estudos pela FAPESP, finalizando o curso em Agosto de 2014.

“Vejam, a partir do momento em que decidimos nos tornar um indivíduo e separar-se da unidade incontestável, nós não podemos experienciar apenas a luz. Nós temos que descobrir tudo de novo. Então, nós vamos experienciar inclusive a escuridão. Nós vamos experienciar tudo que existe, em todos os extremos.”

Jeshua

AGRADECIMENTOS

A Unidade que permeia todo o cosmos e permite que eu tenha esta experiência de vida ao lado de tão amorosos familiares e amigos.

Aos meus pais e meus irmãos por compartilhar, incondicionalmente, os momentos de felicidade e dificuldade e por estarem sempre dispostos a dividir suas experiências e amores.

Ao meu orientador Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves, que desde o primeiro momento estava disposto a ensinar, orientar e apoiar as decisões ao longo da minha experiência no LAPDA. À sua calma e compreensão que me auxiliaram a ver as situações de outra maneira. À sua amizade e confiança ao me aceitar como seu orientado desde a graduação e permitir que desenvolvesse este presente trabalho com total apoio e liberdade.

À Dra. Mariluce Pascoína Nepomuceno que acredito tê-la reencontrado. Agradeço pelo seu amor, amizade, compreensão em todos os momentos que compartilhamos juntos. Agradeço também pelas suas contribuições, explicações e conversas e tenho certeza que muito das coisas que conquistei durante estes anos carregam uma parte de você.

Aos Prof. Dr. Rinaldo César de Paula e Prof. Dr. Rogeiro Falleiros de Carvalho pelo auxílio e contribuição na banca de qualificação.

Aos membros que formaram banca examinadora da dissertação Dra. Grisel Fernandez e Dra. Magali Ribeiro da Silva pelas correções e sugestões apresentadas.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade de realizar o curso de Ciências Biológicas, e ao Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária (DBAA) por me aceitarem para a realização do curso de pós-graduação em Agronomia.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela concessão da bolsa de estudos (processo 2012/04437-1)

À minha companheira Mariana por seu amor, carinho e compreensão. Estamos sempre juntos.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal, FCAV/UNESP- Jaboticabal, especialmente ao José Valcir Fidelis Martins, pela convivência, amizade, brincadeiras e muita disposição para auxiliar nos momentos mais difíceis durante a execução de diversos trabalhos.

Aos meus irmãos de convivência que desde o começo da minha vida em Jaboticabal me acolheram e aceitaram minha presença na república Chernobio. Obrigado, Adriano (Bigola), Felipe (Black-out), Igor (Tele) e Valter (Biscoito) pelo relacionamento e amizade que com certeza serão mantidos ao longo de nossa vida.

Aos companheiros do Laboratório de Plantas Daninhas (LAPDA) pela ajuda para realização deste trabalho, pela dedicação, amizade, aprendizado e vontade para ajudar a todos. A convivência com todos contribuiu de maneira especial para o meu desenvolvimento como pessoa e como pós-graduando. Gostaria de agradecer em especial, os amigos que estiveram diretamente envolvidos com a montagem de experimentos, viagens, elaboração de trabalhos e relatórios científicos e que também estiveram sempre presentes nos momentos de diversão e alegria. Obrigada Bruna, Cárita, Felipe, Fernanda Mastrotti (minha querida amiga/orientadora/companheira), Fernanda, Juliano, Juciléia, Mariana, Marina, Matheus, Micheli, Nelson, Paulo, Pedro, Willians, Wendy e todos aqueles que estiveram juntos comigo durante estes anos.

Ao Sr. Giovane pela ajuda sem igual durante os momentos de montagem/desmontagem dos experimentos e pelas conversas/prosas intermináveis sobre os mais diversos assuntos.

Finalmente, agradeço a todos que, direta e indiretamente, colaboraram para que este trabalho fosse realizado.

Sou agradecido!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1. A Cultura do Eucalipto	3
3.2. Efeito hormético	6
3.3. Estímulo do crescimento do eucalipto	8
3.4. Caracterização do maturador etil-trinexapac	9
4. MATERIAL E MÉTODOS	10
4.1. Experimento 1	10
4.1.1. Local e caracterização dos materiais	10
4.1.2. Delineamento experimental e aplicação do maturador	11
4.1.3. Avaliações e análise de dados	13
4.2. Experimento 2	13
4.3. Experimento 3	14
4.3.1. Caracterização da área experimental	14
4.3.2. Aplicação pré-plantio de etil-trinexapac e plantio do eucalipto	15
4.3.3. Delineamento experimental e aplicação do etil-trinexapac pós-plantio	16
4.3.4. Avaliações e análise de dados	18
5. RESULTADOS	19
5.1. Experimento 1	19
5.1.1. Altura, diâmetro do caule e número de folhas	19
5.1.2. Área foliar, massa seca da parte aérea, de raízes, total e volume radicular	26
5.2. Experimento 2	28
5.2.1. Altura, diâmetro do caule e número de folhas	28
5.2.2. Área foliar, massa seca da parte aérea, de raízes, total e volume radicular	36

5.3. Experimento 3	42
5.3.1. Altura, diâmetro do caule e número de folhas	42
5.3.2. Área foliar, massa seca da parte aérea, de raízes, total e volume radicular	43
6. DISCUSSÃO	45
6.1. Experimento 1	45
6.1.1. Altura, diâmetro do caule e número de folhas	45
6.1.2. Área foliar, massa seca da parte aérea, de raízes, total e volume radicular	47
6.2. Experimento 2	49
6.2.1. Altura, diâmetro do caule e número de folhas	49
6.2.2. Área foliar, massa seca da parte aérea, de raízes, total e volume radicular	51
6.3. Experimento 3	55
6.3.1. Altura, diâmetro do caule e número de folhas	55
6.3.2. Área foliar, massa seca da parte aérea, de raízes, total e volume radicular	56
7. CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

INFLUÊNCIA DO ETIL-TRINEXAPAC NO CRESCIMENTO INICIAL DE EUCALIPTO

RESUMO – Com o objetivo de determinar doses promotoras e inibidoras de etil-trinexapac em duas modalidades de aplicação, bem como os efeitos da aplicação do produto sobre o crescimento do eucalipto foram conduzidos três experimentos localizados no município de Jaboticabal, SP. Os experimentos 1 e 2 foram conduzidos em área anexa ao Laboratório de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas, no Departamento de Biologia Aplicada a Agropecuária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP entre os meses de Fevereiro – Abril de 2013 e Fevereiro – Abril de 2014 respectivamente. O experimento 3 foi conduzido em área da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão – FEPE pertencente a FCAV/UNESP também em Jaboticabal, SP entre os meses de Setembro de 2013 e Março de 2014. Os tratamentos dos experimentos 1 e 2 constaram de aplicações de etil-trinexapac nas doses de 0; 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5; e 15 g i.a.ha⁻¹ e 0, 15, 30, 45, 60, 75, e 90 g i.a.ha⁻¹, respectivamente, aplicadas via pulverização foliar e imersão de raízes. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com seis repetições arranjados no esquema fatorial 2 x 7. Foram avaliadas a altura, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, volume radicular, bem como a massa seca da parte aérea, raízes e total. Observou-se que as doses de etil-trinexapac, no experimento 1, não foram suficientes para a determinação de doses promotoras e inibidoras do desenvolvimento das plantas de eucalipto. Verificou-se também que, no experimento 2, a dose de 15 g i.a. ha⁻¹ via pulverização foliar e de 30 g i.a. ha⁻¹ via imersão de raízes, por 30 minutos, resultaram em efeito hormético no crescimento do eucalipto clone GG 100 e que a partir da dose 45 g i.a. ha⁻¹ o efeito da imersão passou a ser prejudicial às plantas, destacando que a dose de 90 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac que resultou efeito inibidor do crescimento para ambas as modalidades de aplicação. Constatou-se que existem diferenças entre os efeitos das modalidades de aplicação, nas quais a pulverização proporcionou resultados mais rápidos e de curta duração, enquanto a imersão de raízes, por 30 minutos, produziu efeitos de maior duração e intensidade nas características avaliadas. Já o experimento 3, foi realizado através da determinação da dose e modalidade de aplicação de melhor resultado nos experimentos 1 e 2 (dose de 15 g i.a. ha⁻¹ via pulverização foliar). Os tratamentos experimentais consistiram em dois tratamentos pré-plantio (com e sem aplicação da dose de 15 g i.a. ha⁻¹) e até três aplicações sequencias no tempo (dois, quatro e seis meses e combinações) totalizando 16 tratamentos. O delineamento adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições e os tratamentos dispostos em esquema de parcelas divididas. Avaliou-se a altura e o diâmetro do caule, bem como a área foliar, massa seca de folhas e caule. Verificou-se que nem a aplicação pré-plantio e nem as aplicações sequencias de etil-trinexapac no tempo foram capazes de proporcionar efeitos promotores ou inibidores das características avaliadas. Possivelmente, as plantas de eucalipto metabolizaram rapidamente o princípio ativo do produto e o efeito destas aplicações não foram duradouros.

Palavras chave: *hormesis*, *Moddus*, *Eucalyptus urograndis*, clone GG100

TRINEXAPAC-ETHYL INFLUENCE ON THE INITIAL GROWTH OF EUCALYPT

ABSTRACT – Aiming to establish inhibitory and promoters doses of trinexapac-ethyl applied in two methods, as well evaluate the effects on the initial growth of eucalyptus plantas three experiments were conduct in Jaboticabal city. Experiments 1 and 2 were conduct in an annexed area of the Laboratory of Biology and Weed Management at the Faculty of Applied Biology to Agriculture. These experiments were conduct, respectively, between February - April 2013 and February – April 2014. The experiment 3 was conduct in the field belonging to the University Farm also in Jaboticabal city between the months of September 2013 and March 2014. The treatments of the experiments 1 and 2 consisted in application of trinexapac-ethyl doses (0; 2.5; 5; 7.5; 10; 12.5; e 15 g i.a.ha⁻¹ and 0, 15, 30, 45, 60, 75, e 90 g i.a.ha⁻¹, respectively) by spraying and root immersion. The experimental design used was the completely randomized with six replications in a factorial 2 x 7. Were evaluated height, stem diameter, number of leaves, leaf area, and root volume as well dry mass of shoot, roots and total. Results showed in the experiment 1, that trinexapac-ethyl doses were not capable to differentiate promoters and inhibitory effects on the development of eucalyptus plants. In experiment 2, results showed that 15 g i.a. ha⁻¹ dose applied through spraying and 30 g i.a. ha⁻¹ dose of trinexapac-ethyl applied through root immersion, for 30 min, caused hormesis of the eucalyptus plants development. From the 45 g i.a. ha⁻¹ dose applied through root immersion the effects started to result in harmful outcomes to the eucalyptus plants and the 90 g i.a. ha⁻¹ dose was highlight because decreased the eucalyptus development in both application methods. Differences between the effects of the application methods was observed and the spraying results were faster and short term effects while the results of roots immersion (for 30 min) were intense and long term effects. In the experiment 3, the trinexapac-ethyl dose applied and application method were establish by the best results in the experiments 1 and 2 (15 g i.a. ha⁻¹ through spraying). The treatments consisted in two previous treatments before planting the eucalyptus plants in the field (with and without the application of the dose) and up to three sequential applications in time (two, four, six months and arrangements) totalling 16 treatments. The experimental design used was the randomized blocks with four replications and treatments were arranged in subplots. Were evaluated height, stem diameter as well lead area, dry mass of leaves and stem. Results showed that the application did not promote any differentiation in the eucalyptus development. Possibly, the eucalyptus plants quickly metabolized the trinexapac-ethyl and the result effects of the application were not long lasting.

Key words: hormesis, Moddus, *Eucalyptus urograndis*, GG 100 clone

1. INTRODUÇÃO

O setor florestal tem grande destaque no Brasil, apresentando 5.110.030 hectares de florestas plantadas com eucalipto, o que representa 76,6% do total de florestas plantadas, considerando eucalipto e pinus. O plantio do eucalipto no Brasil encontra-se concentrado nos Estados de Minas Gerais (28,2%), São Paulo (20,4%), Bahia (13,9%), Mato Grosso do Sul (11,9%), Paraná (11,5%), Espírito Santo (5,6%) e Rio Grande do Sul (2,1%) (ABRAF, 2013).

Esse gênero compreende cerca de 800 espécies, selecionadas para o cultivo pela alta produtividade e adaptabilidade em diferentes condições de solo e clima (GONÇALVES, 2002). Entre as espécies mais utilizadas no plantio florestal estão *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. grandis* e *Corymbia citriodora* (syn. *Eucalyptus citriodora*), e seus híbridos, principalmente *E. grandis* x *E. urophylla*. A madeira produzida destina-se aos mais diversos fins, como produção de papel, celulose e carvão vegetal, madeira para serraria, construção civil e indústria de móveis, postes e moirões, óleos essenciais e ornamentação.

O sucesso de um empreendimento florestal é alcançado quando a produção de mudas, a implantação e a formação inicial da floresta é feita de maneira correta, buscando-se conhecer e desenvolver de maneira mais eficiente os processos envolvidos nas etapas produtivas. O processo de plantio, desde o momento em que a muda se encontra no viveiro até seu plantio no campo, envolve diversos fatores e condiciona o estabelecimento das plantas no campo, devido ao sucesso da formação de raízes e de novas brotações, bem como a resistência a estresses bióticos e abióticos.

Contudo, é possível atuar nestas etapas do processo de implantação e na formação florestal de modo a auxiliar o estabelecimento e o plantio das mudas empregando-se boas práticas silviculturais, como a irrigação, adubação, controle de competidores (formigas, fungos, plantas daninhas). É possível também, utilizar-se da aplicação de reguladores vegetais, naturais ou sintéticos para promover o melhor comportamento das plantas nas etapas iniciais do desenvolvimento.

A aplicação de reguladores vegetais tem como objetivo alterar os processos bioquímicos, morfológicos e fisiológicos nas diferentes estruturas celulares das plantas, de forma a melhorar seu desempenho e promover respostas mais eficientes aos estresses em que estas plantas estão expostas. A aplicação de reguladores vegetais sintéticos, como maturadores e herbicidas, em subdoses tem produzido resultados relevantes auxiliando no crescimento e no desenvolvimento de diversas culturas.

Este efeito positivo em parâmetros do crescimento e desenvolvimento de plantas, quando resultado da aplicação de reguladores vegetais, é denominado de efeito hormético ou “hormesis” e este efeito tem bastante relevância para as aplicações de subdoses de glyphosate, onde já se procurou determinar ganhos substanciais em diversas culturas. Porém, para outros reguladores vegetais, como o caso dos maturadores, e em culturas perenes, no caso do eucalipto, existe carência de pesquisas e estudos que possam recomendar ou orientar a utilização destes produtos na intenção de se promover melhores resultados no crescimento e desenvolvimento inicial destas plantas.

A produtividade das plantações florestais brasileiras ainda está abaixo de seu potencial, existindo diversas possibilidades de elevá-la, adotando-se manejos florestais adequados, como por exemplo, a utilização de reguladores vegetais, que é uma prática comum para culturas com produção já estabelecida. Além do desafio de buscar e identificar práticas silviculturais eficientes (GONÇALVES et al, 2000), o setor florestal ainda deve atender padrões cada vez mais exigentes em termos de produtividade, certificações de qualidade e redução de impactos ambientais.

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivos:

- Determinar e estabelecer doses promotoras e inibidoras de etil-trinexapac, bem como a modalidade de aplicação que melhor influencia o crescimento de plantas eucalipto;

- Avaliar o efeito da aplicação de etil-trinexapac no tempo (35 dias, 65 dias e 7 meses), nas características de desenvolvimento e crescimento de plantas de eucalipto;
- Verificar os efeitos da aplicação de etil-trinexapac, simulando um plantio de eucalipto e as condições de manejo no campo;
- Verificar se a aplicação de etil-trinexapac é capaz de promover “hormesis” e estimular o desenvolvimento/crescimento das plantas de eucalipto;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A cultura do eucalipto

O gênero *Eucalyptus* pode ser encontrado, atualmente, em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do planeta. Originário do continente australiano, este gênero pertencente à família Myrtaceae e possui mais de 600 denominações diferentes, incluindo espécies, variedades e híbridos. Ocorre em áreas com uma ampla variação de condições ambientais, estendendo-se desde locais pantanosos até áreas secas, solos pobres e arenosos, bem como também em solos de alta fertilidade. Além disso, distribui-se em ambientes com alta variação, tanto em termos de temperatura quanto de precipitação (ALFENAS et al., 2009).

O início da utilização da madeira do *Eucalyptus* para a produção de celulose aconteceu na Europa, por volta de 1919, desde então muitas espécies vêm ganhando importância e tornando-se mundialmente expressivas. Uma substancial parte da celulose de espécies folhosas usadas na fabricação de papel para impressão e escrita é oriunda de plantações de eucalipto pelos maiores produtores mundiais, principalmente, Brasil, Índia África do Sul, Portugal, Angola, Espanha, China, França e Japão. Além do crescente mercado de celulose e papel, os setores de energia e moveleiro vêm tomando grandes dimensões em diversos países (FLYNN, 1999).

A disseminação de sementes de *Eucalyptus* no mundo iniciou-se no século XIX. Na América do Sul, o primeiro país a introduzir o eucalipto foi o Chile em 1823, posteriormente a Argentina e o Uruguai. Por volta de 1850 países como Portugal,

Espanha, Estados Unidos e Índia começaram a testar o eucalipto para fins comerciais (FERREIRA, 1993). Este autor também destaca que as espécies mais utilizadas no mundo são: *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus viminalis*, *Eucalyptus saligna* e *Corymbia citriodora*.

No Brasil, as primeiras mudas de *Eucalyptus* plantadas foram no Rio Grande do Sul em 1868, mas o reflorestamento em escala operacional foi no Estado de São Paulo em torno de 1900. Em 1904, iniciaram-se as plantações de eucalipto como fonte de lenha e dormentes no Estado de São Paulo (GARCIA; MORA, 2000). De acordo com os autores, Edmundo Navarro de Andrade é considerado o pai da eucaliptocultura no Brasil, onde, por volta de 1900, desenvolveu os primeiros trabalhos experimentais no Horto de Jundiaí-SP, comparando várias espécies nativas (peroba, cabreúva, jequitibá, jacarandá paulista e pinheiro-do-Paraná) com o *Eucalyptus*, sendo que este sobressaiu às demais nos ensaios. A partir daí, a companhia Paulista de Estrada de Ferro em 1909, iniciou o plantio comercial de eucalipto para obtenção de dormentes.

Em 1916, Edmundo Navarro de Andrade criou o Museu do *Eucalyptus*, no Horto Florestal de Rio Claro - SP sendo o único do gênero no mundo, além de instalar importantes experimentos de introdução de espécies e procedências de eucalipto. A partir de 1920, foram importadas da Austrália sementes de várias espécies de *Eucalyptus*, já mais focadas à introdução e destinação das sementes para as regiões mais semelhantes às de origem (FERREIRA, 1993).

Devido à grande diversidade de espécies e adaptabilidade, o gênero *Eucalyptus* vem sendo melhorado através de cruzamentos visando aperfeiçoar características desejáveis. No Brasil, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden caracteriza-se pela maior produtividade entre as espécies; já *E. urophylla* S.T. Blake tem sido uma espécie importante para plantios em regiões tropicais úmidas devido ao excelente vigor e, apesar do menor crescimento em relação a *Eucalyptus grandis*, apresenta resistência ao cancro e grande capacidade de rebrota (EMBRAPA, 2003). O híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* denominado *Eucalyptus urograndis* possui a combinação da resistência à doenças e estiagem, além de apresentar um rápido crescimento.

As inúmeras espécies de eucalipto proporcionam ampla utilização de sua madeira: lenha, carvão, serraria, postes, escoras, estruturas, dormentes, mourões,

caixotaria, laminação, marcenaria, construção civil, estacaria, celulose, chapas etc. A casca de muitas espécies pode ser utilizada para a extração de taninos, e as folhas de quase todas as espécies são ricas em óleos essenciais. Além destas utilizações dos produtos florestais do eucalipto, as plantações podem também servir a uma variedade de propósitos, tais como a produção de mel, ornamentação, recuperação de áreas degradadas, proteção de bacias hidrográficas, como quebra-ventos, e vários outros usos (CAMPOS, 2006).

O setor florestal destaca-se no agronegócio brasileiro, alcançando o maior índice médio de produtividade (40 m³ por hectare ao ano), segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (BRASIL, 2005). O aumento da produção por área e a diminuição dos custos de produção, conferem ao setor alta competitividade no mercado mundial, tendo em vista o curto espaço de tempo para obtenção de madeira em comparação com as florestas de clima temperado.

A expansão na área plantada com o *Eucalyptus* é resultado de um conjunto de fatores que vêm favorecendo o plantio em larga escala deste gênero. Entre os aspectos mais relevantes estão o rápido crescimento em ciclo de curta rotação, a alta produtividade florestal e a expansão e direcionamento de novos investimentos por parte de empresas de segmentos que utilizam sua madeira como matéria prima em processos industriais (ABRAF, 2013). Além disso, ainda segundo a ABRAF (2013) o gênero *Eucalyptus* apresenta muitas espécies e variedades que se adaptaram a várias condições de clima e solo; é uma excelente madeira, o que resulta em produtos de ótima qualidade; por não ser nativo do Brasil, é imune a uma série de pragas e doenças.

Contudo, a produtividade das plantações florestais brasileiras está aquém de seu potencial, havendo muitas possibilidades de aperfeiçoar e elevar a produção, através da adoção de um manejo florestal adequado. O grande desafio consiste em identificar um equilíbrio entre as práticas silviculturais, mantendo ou elevando a produtividade em longo prazo (GONÇALVES et al, 2000).

3.2. Efeito hormético

Alguns produtos fitossanitários têm demonstrado cada vez mais importância na agricultura/silvicultura à medida que as técnicas de cultivo evoluem, principalmente, em culturas de alto valor econômico, como é o caso do eucalipto. São produtos sintéticos que possuem características similares a hormônios vegetais, ou seja, atuam promovendo, inibindo ou alterando os processos bioquímicos, morfológicos e fisiológicos nas diferentes estruturas celulares das plantas.

Assim como os hormônios, os reguladores vegetais também podem provocar, inibir ou modificar processos fisiológicos. A importância dos reguladores vegetais foi reconhecida na década de 30, como resultado de extensivas pesquisas. Quando aplicados, estes compostos podem afetar o metabolismo e as respostas das plantas, ou de algum órgão desta. Essas respostas podem mudar muito em função da variedade, idade, condições do meio e estado nutricional do vegetal (PALANGANA, 2011).

Em geral, os reguladores vegetais podem ser considerados como ferramentas químicas potenciais e suplementares no manejo das plantas (LAMAS, 2001; TAIZ; ZEIGER, 2013). Os reguladores vegetais ou biorreguladores são substâncias sintetizadas que aplicadas exogenamente possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos: citocininas, giberelinas, auxinas e etileno (VIEIRA; CASTRO, 2002).

A utilização de produtos químicos, originalmente utilizados como herbicidas e maturadores, em subdoses pode auxiliar no crescimento e no desenvolvimento das plantas. Este efeito conhecido como "hormesis" ou efeito hormético (CALABRESE; BALDWIN, 2002) foi introduzido por Southam e Erlich (1943) e vem sendo amplamente discutido e pesquisado com o objetivo de se compreender o mecanismo de ação estimulante e benéfica de diversas substâncias, inicialmente consideradas tóxicas ou com efeito inibidor em doses elevadas.

O efeito hormético tem sido encontrado em todos os grupos de organismos, desde bactérias e fungos até plantas e animais superiores (CALABRESE, 2005). Há pesquisadores que afirmam que o efeito hormético é uma regra e não uma exceção e que representa uma resposta adaptativa baseada na evolução para o rompimento

ambientalmente induzido da homeostase (STEBBING, 1998; CALABRESE; BALDWIN, 2001). Outros são mais céticos em termos da generalidade do fenômeno, reivindicando que a hormese não é uma resposta evolutiva e que, apesar de alguns fatores serem estimulados por baixas doses de estresse, esta estimulação irá ocorrer mediante a um custo (FORBES, 2000; PARSONS, 2003).

Dentre as substâncias que podem ser utilizadas com a intenção de se verificar o efeito hormético nas plantas, o mais estudado é o glyphosate. Alguns pesquisadores mencionam que baixas doses deste herbicida podem estimular o crescimento de plantas (DUKE et al., 2006; CEDERGREEN et al., 2007; VELINI et al., 2010).

Velini et al. (2008) estudaram o efeito de subdoses de glyphosate variando entre 1,8 e 720 g e.a. ha⁻¹ em cinco espécies de plantas (soja convencional e RR, eucalipto, pinus, milho e trapoeraba), e concluíram que todas as espécies estudadas, exceto a soja RR, apresentaram estímulo no crescimento. As melhores respostas foram obtidas com subdoses a partir de 36 g e.a. ha⁻¹, sendo detectado aumento da biomassa da parte aérea em cerca de 27% para dose de 14,2 g e.a. ha⁻¹. Godoy (2007) obteve resultados de aumento na absorção de fósforo em cultivar de soja convencional em 2,67 vezes com 18 g i.a. ha⁻¹ de glyphosate e maior acúmulo de matéria seca (48%).

Neves et al. (2009) realizaram um trabalho com plantas de algodoeiro e observaram que subdoses de glyphosate estimularam o crescimento em altura, a produção de novos ramos e o aumento da biomassa destas plantas. No geral, o estímulo máximo observado foi em torno de 15%, e as doses que conduziram a estes acréscimos situaram-se entre 8 e 18 g e.a.ha⁻¹.

Além destes estudos, outros resultados referentes ao efeito hormético foram verificados por meio de aplicações do herbicida simazine, o qual proporcionou aumento protéico em plantas de aveia (PULVER; RIES, 1973) e centeio (RIES et al., 1967). Verificou-se que o oxyfluorfen ocasionou maior resistência a patógenos na cultura de soja (NELSON et al., 2002) e que os herbicidas dalapon, bromoxynll e terbacil estimularam o crescimento em plantas de trigo (WIEDMAN; APPLEBY, 1972).

3.3. Estímulo de crescimento no eucalipto

Quando se trata sobre o efeito hormético especificamente em plantas de eucalipto têm-se poucos trabalhos visando identificar compostos capazes de produzir este efeito, bem como quais as doses poderiam gerar estes estímulos e ainda quais as características são beneficiadas com a aplicação destas substâncias.

O conhecimento à cerca desta nova forma de aplicação de produtos que antes eram utilizados com o objetivo de se reduzir o ritmo de crescimento ou inibir o desenvolvimento vegetativo das culturas, assim como para o controle de plantas daninhas prejudiciais à silvicultura torna-se pauta interessante, pois o estímulo produzido pela aplicação de herbicidas e maturadores em subdoses tem resultado em significativos aumentos de características importantes na produção do eucalipto.

Um estudo realizado por Carbonari et al. (2007) observou que baixas doses de glyphosate, entre 3,6 e 7,2 g e.a. ha⁻¹, afetaram positivamente o crescimento de plantas de eucalipto, resultando em aumento da área foliar e da biomassa das plantas.

Além do herbicida glyphosate outros compostos podem resultar em efeito hormético quando aplicados em subdoses. Um estudo realizado por Pires et al. (2013), com intenção de se verificar o efeito da aplicação de subdoses de maturadores no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus urograndis*, constatou que os maturadores etil-trinexapac e o sulfometuron-metil resultaram em estímulo no crescimento destas plantas. O sulfometuron-metil aplicado nas doses de 15 g i.a ha⁻¹ e 20 g i.a ha⁻¹, entre 5-10% da dose comercial utilizada, promoveu incremento na área foliar e na biomassa das mudas. Além disso, observou-se uma tendência de aumento no ritmo de crescimento das mudas de eucalipto, como fica evidenciado pela maior velocidade de ganho na altura destas plantas, onde cada dia transcorrido acarretou em um ganho de $1,36 \pm 0,1$ cm na altura inicial das plantas nas quais foram aplicadas o maturador, enquanto as plantas da testemunha o incremento observado foi de $0,95 \pm 0,09$ cm/dia.

De forma semelhante, Cedergreen (2008) mencionou que o sulfometuron-metil pode induzir o crescimento da biomassa da cevada em aproximadamente 25% quando aplicado em doses de 5-10% da dose comercial.

Ainda segundo Pires et al. (2013), a aplicação de etil-trinexapac também resultou no aumento da área foliar, diâmetro do caule e da biomassa das plantas de

eucalipto sendo este aumento o mais significativo. Para a dose de 15 g i.a ha⁻¹ do maturador, a menor dose aplicada, observou-se maior aumento (cerca de 15%) para todos os parâmetros analisados (massa seca de folhas e do caule, e diâmetro do caule) quando comparados com a testemunha sem aplicação, com exceção da área foliar na qual a dose de 20 g i.a. ha⁻¹ resultou em um estímulo de 20% em relação as plantas de eucalipto não tratadas.

3.4. Caracterização do maturador etil-trinexapac

O etil-trinexapac é um regulador de vegetal, seletivo, composto de 250 g.L⁻¹ do princípio ativo (etil-trinexapac). Conhecido comercialmente como Moddus® é recomendado para a aplicação na cultura da cana-de-açúcar, visando à aceleração dos processos de maturação da planta. Apresenta uma formulação concentrada emulsionável e é moderadamente tóxico (classe toxicológica III). Utilizado como redutor de crescimento em cereais de inverno promove redução acentuada do comprimento do caule (FAGERNESS; PENNER, 1998) e, conseqüentemente, da altura da planta, evitando o acamamento (AMREIN et al., 1989).

Além disso, regula o crescimento do colmo reduzindo o alongamento do internódio pela inibição da biossíntese de giberelina ou liberação de etileno (RAJALA, 2002) reduzindo, conseqüentemente, a altura das plantas. As giberelinas formam um grande grupo de fitohormônios sintetizados no meio endógeno da planta que estimulam o comprimento do colmo, ressaltando os mecanismos de alongamento celular.

O etil-trinexapac é um regulador que atua desde o GA12-aldeído, inibindo a partir deste a síntese de giberelinas de alta eficiência biológica, como: GA1, GA3 (pouco comum em plantas superiores), GA4, GA7, GA9, GA20 e outras. Dessa forma, em função da ação desse composto, as plantas têm dificuldade de formação dessas giberelinas ativas e passam a sintetizar e acumular giberelinas biologicamente menos eficientes, como: GA8, GA17, GA19, GA24 entre outras, o que leva, na prática, à drástica redução no alongamento celular (crescimento), sem causar deformação morfológica dos colmos (NAQVI, 1994; TAIZ; ZEIGER, 2013).

O modo de ação do etil-trinexapac inibe parcialmente o transporte de elétrons na mitocôndria provocando uma redução na respiração celular (HECKMAN et al. 2002). Esse mecanismo possivelmente pode explicar essa tolerância a vários tipos de estresse resultantes da aplicação desse regulador de crescimento em várias espécies de plantas (QIAN; ENGELKE, 1999; VAN STADEN; JÄGER, 1998; SARKAR et al. 2004; MCKEE; LONG, 2001).

Segundo Adams et al. (1992), o etil-trinexapac está relacionado com a inativação da enzima GA20 3 β -hidroxilase, devido, provavelmente, à competição entre o regulador vegetal e o 2-oxogluterato pelo cossustrato Fe⁺²/ascorbato-dependente dioxygenase, reduzindo o nível de giberelinas ativas, principalmente GA1.

De uma forma geral, inibidores da síntese de giberelina têm sido reportados como capazes de ressaltar a atividade metabólica ou efetividade do ácido abscísico (KOROL & KLEIN, 2002). Essa redução no nível de ácido giberélico ou na sua sensibilidade, com concomitante redução na altura de planta é importante para a indução de tolerância a estresses em cereais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Experimento 1

4.1.1. Local e caracterização dos materiais

O experimento foi instalado e conduzido, nas dependências do Laboratório de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal, SP, Brasil, cujas coordenadas geográficas são latitude 21°15'17"S, longitude 48°19'20"W, altitude 590 m. O clima da região, segundo classificação Köppen, é do tipo Cwa, subtropical, relativamente seco no inverno, com chuvas de verão, apresentando temperatura média anual de 22°C e precipitação de 1552 mm. As atividades deste trabalho foram realizadas entre os meses de Fevereiro e Abril do ano de 2013.

Para a realização do experimento foram utilizadas mudas do clone comercial GG100 de *E. urograndis*, resultante do cruzamento entre *E. grandis* W. Hill ex. Maiden com *E. urophylla* S.T. Blake adquiridas no viveiro Agriflora, localizado no município de Araraquara, São Paulo. O maturador utilizado foi o produto comercial Moddus®, da classe dos reguladores de crescimento, do grupo químico ácido dioxociclohexanocarboxílico de formulação concentrada emulsionável, da companhia Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. O produto é composto por 250 g.L⁻¹ do ingrediente ativo etil-trinexapac.

Antecedendo as aplicações, foram amostradas aleatoriamente seis mudas de eucalipto para a caracterização quanto à altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), volume radicular (VR), bem como a massa seca da parte aérea (MSPA), raízes (MSR) e total (MST). A altura das plantas foi determinada com uma régua milimetrada, medida do nível do substrato até a gema apical. O diâmetro do coleto foi determinado com um paquímetro digital. A área foliar foi determinada com o medidor Mod. LI 3000A, da LiCor. O volume radicular foi determinado através do deslocamento d'água em uma proveta graduada em milímetros. As matérias secas foram obtidas após a secagem dos materiais em estufa com circulação forçada de ar sob temperatura de 70 °C por 96 horas.

A mudas selecionadas apresentaram, em média, 20,75±5 cm para H, 3,37±1,7 mm para DC, 9,5±3 para NF, 116,8±41,89 cm² para AF, 7,7±2 mL para VR, 1,64±0,34 g para MSPA, 0,55±0,22 g para MSR e 2,53±0,8 g para MST.

4.1.2. Delineamento experimental e aplicação do maturador

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com seis repetições. Os tratamentos foram arranjos no esquema fatorial 2 x 7, sendo duas modalidades de aplicação, imersão das raízes e pulverização da parte aérea, para sete doses do maturador. As doses de 0; 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5; e 15 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac foram estabelecidas de acordo com experimentos previamente realizados por Pires et al. (2013).

As doses do maturador foram aplicadas às mudas de eucalipto antecedendo o plantio destas em vasos, no dia 28/01/2013 por meio de uma pulverização foliar ou por imersão das raízes ainda acondicionadas em tubetes.

Para a pulverização aérea foi utilizado um pulverizador costal à pressão constante (CO₂), munido de barra com quatro pontas XR 110.02 regulado para gasto de volume de calda de 200L ha⁻¹.

Antecedendo à imersão das raízes foi realizada uma curva de embebição de forma a determinar o tempo mínimo necessário para que as raízes pudessem absorver o maturador diluído na água. Foram utilizadas oito mudas previamente identificadas que se encontravam sem ser irrigadas por um período de 12 horas, e que então foram colocadas em uma caixa com um suporte de material isopor e com capacidade de 10 L preenchida com 6 L de água. A partir deste momento, a cada dez minutos foram realizadas pesagens com objetivo de verificar quanto de massa (quantidade de água absorvida) as plantas ganhariam até a estabilização. Determinou-se que o tempo necessário para a embebição das raízes foi de no mínimo 30 minutos.

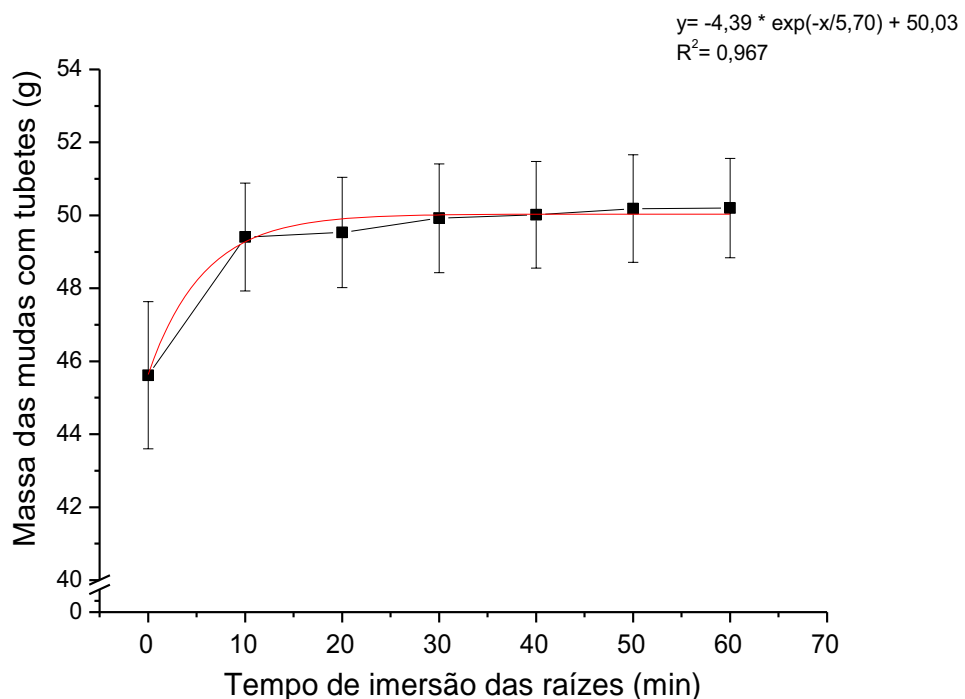


Figura 01. Curva de embebição das raízes das plantas de eucalipto. Jaboticabal, 2013.

A imersão das raízes foi realizada como descrito anteriormente utilizando seis litros de solução por caixa/tratamento para as seis repetições. Decorridas 12 horas da aplicação do etil-trinexapac, as mudas foram plantadas no centro dos vasos, simulando o plantio realizado no campo. Foram utilizados como recipientes vasos plásticos com capacidade para dez litros preenchidos com terra coletada da camada arável de um Neossolo Quartazarênico (Areia Quartzosa). Após o plantio, as mudas foram irrigadas diariamente, de acordo com a necessidade visual.

4.1.3. Avaliações e análise de dados

As avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35, 50 e 65 dias após a aplicação (DAA) caracterizando as plantas quanto à altura, diâmetro e número de folhas. Aos 72 DAA foi realizada a avaliação final, na qual se determinou as mesmas características citadas anteriormente na caracterização inicial das mudas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade com auxílio do software estatístico SISVAR. Concomitantemente, os dados foram submetidos ao software MicroCalOriginPro v. 8, para a construção de gráficos.

4.2. Experimento 2

Este experimento foi conduzido de maneira semelhante ao experimento 1, com exceção das doses de etil-trinexapac que foram alteradas para 0, 15, 30, 45, 60, 75, e 90 g i.a.ha⁻¹ (determinadas para a discriminação de doses promotoras e inibidoras do desenvolvimento das plantas de eucalipto) e os períodos de avaliações que foram estabelecidos em 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação do maturador.

Todos os materiais, procedimentos, características avaliadas e análise de resultados são compartilhados entre os experimentos 1 e 2. O experimento foi realizado entre os meses de Fevereiro e Abril de 2014.

4.3. Experimento 3

4.3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em área experimental irrigada da Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão – FEPE da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, câmpus de Jaboticabal, estado de São Paulo, Brasil, cujas coordenadas geográficas são latitude 21°15'17"S, longitude 48°19'20"W, altitude 590 metros. O experimento foi realizado no período entre Setembro de 2013 e Março de 2014.

A área encontrava-se em pousio após o estabelecimento de um plantio de grão-de-bico. Antecedendo a instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 20 cm, para serem submetidas a análise física e química (Tabelas 01 e 02) pelo Laboratório de Análise de Solo e Planta pertencente ao Departamento de Solos e Adubos da FCAV. A amostragem consistiu de 20 pontos de coleta de solo (amostras simples), que foram secas e posteriormente homogeneizadas constituindo uma amostra.

Tabela 01. Análise física do solo, amostrado na profundidade de 20 cm. Jaboticabal, 2013.

Argila	Silte	Areia		Classe Textural
		Fina	Grossa	
g.kg ⁻¹				
383	43	190	384	Argilosa

Tabela 02. Análise química do solo, amostrado na profundidade de 20 cm. Jaboticabal 2013.

pH	M.O.	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³						(%)
5,6	17	16	1,9	29	20	22	50,9	72,9	70

4.3.2. Aplicação pré-plantio de etil-trinexapac e plantio do eucalipto

A aplicação através da pulverização e utilização da dose de 15 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac para no experimento no campo foram determinados com as respostas dos experimentos 1 e 2.

A aplicação pré-plantio foi realizada no dia 19/09/2013 da mesma maneira que as pulverizações foliares realizadas nos experimentos 1 e 2. Adicionalmente, com as mudas acondicionadas ainda nos tubetes foram utilizadas bandejas plásticas para a acomodação das mudas de eucalipto na ocasião da aplicação. Para a pulverização foi utilizado um pulverizador costal à pressão constante (CO₂), munido de barra com quatro pontas XR 110.02 regulado para 2,0 bar de pressão e gasto de volume de calda de 200 L ha⁻¹. No momento da aplicação o céu estava encoberto, com temperatura e umidade do ar de 25 °C e 69%, respectivamente.

Decorridas seis horas da aplicação do etil-trinexapac as mudas de eucalipto foram plantadas no campo. O plantio foi feito manualmente, no dia 19/09/2013, com o auxílio de uma trena de 50 metros para a determinação da distância entre as plantas e um cabo de madeira com um tubete fixado na extremidade inferior para a perfuração das covas. As linhas de plantio foram estabelecidas com um subsolador.

No dia posterior ao plantio das mudas, foi realizada uma adubação de plantio utilizando-se 60 g/planta do formulado 14:20:20 (N:P:K), aplicado 20 cm ao redor das mudas.

Durante todo o período experimental foi realizada o combate às formigas cortadeiras (gênero *Atta*), com a aplicação de iscas formicidas (*Atta Mex-s*) pela área, bem como aplicações dirigidas em olheiros localizados nas proximidades do local do experimento.

No primeiro mês de condução do experimento, os ataques foram frequentes e um dos blocos teve aproximadamente 50% das plantas perdidas. Como no momento da aplicação a quantidade de mudas tratadas foi superior as plantadas e algumas das plantas atacadas não foram tratadas no pré-plantio, a reposição das mudas foi feita sem complicações. Depois de 40 dias não ocorreu mais ataques e o controle com a isca formicida foi mantido durante a condução do experimento.

Uma aplicação com herbicida seletivo pré-emergente e pós-emergente inicial, Fordor, foi realizada para o controle das plantas daninhas. Esta aplicação constou de 150 g i.a.ha⁻¹ de Fordor, no dia 02/10/2013, aplicado em toda área experimental com o auxílio de pulverizador costal à pressão constante (CO₂), munido de barra com quatro pontas XR 110.02 regulado para 2,0 bar de pressão e gasto de volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Contudo, foi necessária outra aplicação de herbicida após 30 dias, pois algumas plantas daninhas não foram controladas pela aplicação de Fordor. Nesta ocasião, foi realizada a aplicação de 2L p.c.ha⁻¹ de Touchdown aplicado nas entrelinhas (jato dirigido) com o auxílio de um chapéu de Napoleão de modo a proteger as mudas de eucalipto. Para a pulverização do herbicida utilizou-se um pulverizador costal manual, com capacidade para 20 L de calda. A partir da aplicação de Touchdown as plantas daninhas foram controladas e com o posterior crescimento e consequente sombreamento do solo pela copa das plantas de eucalipto que impediram grandes infestações de plantas daninhas, o controle de pequenas infestações foi feito manualmente.

Antecedendo a primeira aplicação de etil-trinexapac pós-plantio, fez-se necessário a aplicação de inseticida para o controle do besouro-amarelo (*Costalimaita ferruginea*), que estava atacando algumas áreas do experimento. O *C. ferruginea* alimentou-se de gemas apicais e de folhas, contudo o controle foi feito no início da infestação prevenindo assim maiores danos ao desenvolvimento das plantas. Utilizou-se um pulverizador costal à pressão constante (CO₂), munido de barra com quatro pontas XR 110.02 regulado para 2,0 bar de pressão e gasto de volume de calda de 200 L ha⁻¹. A dose utilizada para o controle do *C. ferruginea* foi de 5,0 g i.a.ha⁻¹ de Decis (produto comercial).

4.3.3. Delineamento experimental e aplicação do etil-trinexapac pós-plantio

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições e os tratamentos dispostos em esquema de parcelas divididas. Foram constituídos dois tratamentos pré-plantio, com e sem aplicação de etil-trinexapac e sub parcelas em até três aplicações sequenciais da dose de 15 g i.a.ha⁻¹ (estabelecida

no experimento 2) no tempo a saber: dois, quatro e seis meses após o plantio (MAP), totalizando 16 tratamentos. Os tratamentos estão descritos na Tabela 03.

As parcelas experimentais foram constituídas de três linhas de plantio com quatro plantas cada, em um espaçamento reduzido com 1,0 metro entre plantas, e 1,30 metros entre linhas, as linhas externas foram consideradas bordaduras simples, assim como as duas plantas das extremidades, restando apenas duas plantas centrais como úteis por parcela experimental, de um total de 12 plantas.

Tabela 03. Composição dos tratamentos experimentais. Jaboticabal, 2013

Tratamentos	Aplicação pré-plantio*	Época de aplicação pós-plantio**
1	SEM	0
2		2
3		4
4		6
5		2 + 4
6		2 + 6
7		4 + 6
8		2 + 4 + 6
9	COM	0
10		2
11		4
12		6
13		2 + 4
14		2 + 6
15		4 + 6
16		2 + 4 + 6

*Parcela - aplicação de 15 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac; **Sub parcelas - aplicação de 15 g i.a.ha⁻¹ ao longo do período experimental e suas combinações, em meses após o plantio.

As aplicações de etil-trinexapac feitas aos dois (dia 20/11/2013), quatro (dia 17/01/2014) e seis (dia 19/03/2014) MAP, bem como suas combinações, foram

realizadas em área total da parcela de modo a atingir todas as plantas. Utilizou-se um pulverizador costal à pressão constante (CO_2), munido de barra com quatro pontas XR 110.02 regulado para 2,0 bar de pressão e gasto de volume de calda de 200 L ha^{-1} . Contudo as duas pontas das extremidades foram bloqueadas com o objetivo de que apenas as duas pontas centrais realizassem a pulverização, assim a aplicação foi feita em cada linha da parcela.

Já para aplicação realizada aos seis MAP, foi preciso adicionar uma barra extensora para que a aplicação pudesse cobrir a área da parcela experimental. A barra extensora tinha 4 metros de comprimento e a aplicação foi realizada do mesmo modo que com uma barra convencional. Foi preciso também alterar a pressão de trabalho para 2,5 bar para que o volume pulverizado fosse o mesmo previamente estabelecido para as outras aplicações (200 L ha^{-1}).

4.3.4. Avaliações e Análise de dados

As avaliações do efeito do etil-trinexapac foram realizadas nas ocasiões das pulverizações aos dois, quatro e seis MAP. Em todas avaliações foram determinadas altura (H) e o diâmetro do caule (DC). Para o diâmetro do caule, aos dois meses após o plantio as mensurações foram realizadas a 10 cm do colo enquanto que aos quatro e seis meses as mensurações foram realizadas à altura do peito, cerca 1,3 metros do colo.

Para as determinações de altura, definida como a medida entre a superfície do solo e o meristema apical, uma régua graduada em milímetros foi utilizada para a mensuração. Aos dois meses após o plantio a graduação da régua era de um metro, aos quatro meses a régua tinha a graduação de quatro metros e aos seis meses foi necessário a utilização de uma trena de 10 metros fixada em um apoio de madeira para a mensuração da altura das plantas.

Os procedimentos destas avaliações consistiram na medição de duas árvores centrais de cada parcela.

Sete meses após o plantio, duas plantas representativas por parcela foram coletadas e foi realizada uma avaliação destrutiva, similar a feita nos experimentos 1 e 2. Foi feita mensuração da altura e diâmetro do caule (DAP), da área foliar (LiCor –

modelo LI 3000A), da massa seca de folhas (secagem em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C por 72 horas), caule e ramos (secos em casa de vegetação por 40 dias).

Os resultados obtidos foram submetidos as mesmas análises realizadas nos experimentos 1 e 2.

5. RESULTADOS

5.1. Experimento 1

5.1.1. Altura, diâmetro e número de folhas

Na Tabela 04 observam-se os resultados da aplicação de etil-trinexapac sobre a altura em função da modalidade de aplicação e doses do produto. Verifica-se que houve interação significativa entre as modalidades de aplicação e as doses de etil-trinexapac para todos períodos de avaliação. Apenas o desdobramento da avaliação feita aos 65 DAP será apresentado.

Tabela 04. Médias das alturas das plantas (cm) de eucalipto nas avaliações realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35, 50 e 65 dias após o plantio. Jaboticabal, 2013.

Modalidade	Altura das plantas (cm)						
	7 DAP	14 DAP	21 DAP	28 DAP	35 DAP	50 DAP	65 DAP
Pulverização	28,34 A	30,45 A	34,37 A	36,68 B	38,57 B	41,53 B	43,133 B
Imersão	26,19 B	27,96 A	32,36 B	38,10 A	41,04 A	44,34 A	47,66 A
Doses g i.a.ha ⁻¹							
0,0	28,55 A	30,30 A	33,90 AB	36,65 ABC	38,15 C	41,05 D	42,95 C
2,5	25,75 B	27,95 A	31,55 B	35,30 C	38,40 C	41,30 CD	44,19 BC
5,0	27,87 AB	29,69 A	33,97 AB	38,27 AB	39,28 BC	42,27 BCD	44,86 ABC
7,5	26,77 AB	28,50 A	32,76 AB	36,05 BC	38,87 BC	41,74 CD	44,05 BC
10,0	27,40 AB	28,90 A	34,45 A	38,55 AB	41,30 AB	44,75 AB	47,70 A
12,5	27,10 AB	29,20 A	33,75 AB	38,00 AB	40,50 ABC	44,00 ABC	46,20 AB
15,0	27,50 AB	29,90 A	33,20 AB	38,90 A	42,15 A	45,45 A	47,85 A
F (m)	0,00**	0,00**	0,00**	0,0019**	0,00**	0,00**	0,00**
F (dose)	0,0543*	0,1239 ns	0,0217*	0,0001**	0,00**	0,00**	0,00**
F (m x dose)	0,0012**	0,0060**	0,0188*	0,0008**	0,0001**	0,0001**	0,0051**
CV (%)	7,61	7,41	6,18	5,39	5,29	5,22	5,43

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo ao nível de 5% e ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ns não significativo ao nível 5% de probabilidade pelo teste.

Na Tabela 05 e Figura 02 observa-se que, com exceção da testemunha (0 g i.a.ha⁻¹), as doses aplicadas via imersão de raízes resultaram em maior crescimento em altura do que as aplicadas via pulverização foliar.

No desdobramento da interação para a altura das plantas, observou-se que, em relação às modalidades de aplicação, a imersão proporcionou maior valor em todas doses aplicadas (Tabela 05 e Figura 02). Com relação aos efeitos das doses dentro de cada modalidade de aplicação, verificou-se que para a imersão de raízes a dose de 12,5 g i.a.ha⁻¹ foi a que resultou em maior média (semelhante as doses de 7,5 e 10 g i.a.ha⁻¹) e que comparada com a testemunha sem aplicação, o incremento observado nesta característica é de 20% (Tabela 05).

Tabela 05. Efeito da interação entre os fatores sobre a altura das plantas (cm) aos 65 DAP. Jaboticabal, 2013.

Altura (cm) aos 65 DAP		
Doses g i.a.ha ⁻¹	Modalidade de Aplicação	
	Pulverização	Imersão
0,0	42,70 ABa	43,20 Ca
2,5	43,33 ABb	46,40 BCa
5,0	42,0 ABb	46,10 BCa
7,5	45,80 Ab	49,60 ABa
10,0	43,80 ABb	48,60 ABa
12,5	43,50 ABb	52,20 Aa
15,0	40,80 Bb	47,58 Ba

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas comparam as modalidades de aplicação e maiúsculas as doses.

A dose de 15,0 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac se diferencia da testemunha e também do efeito observado na dose de 12,5 g i.a.ha⁻¹, resultando em aumento em altura das plantas em 10% quando comparado com a testemunha. As outras doses aplicadas via imersão de raízes apresentaram efeito intermediário, não se diferenciando significativamente da testemunha (Tabela 05).

Quando o etil-trinexapac foi pulverizado, observa-se que apenas as doses de 7,5 e 15,0 g i.a.ha⁻¹ se diferenciam entre si, porém não se diferenciam da testemunha e das outras doses (Tabela 05).

O comportamento das doses dentro de cada modalidade de aplicação pode ser visualizado na Figura 02.

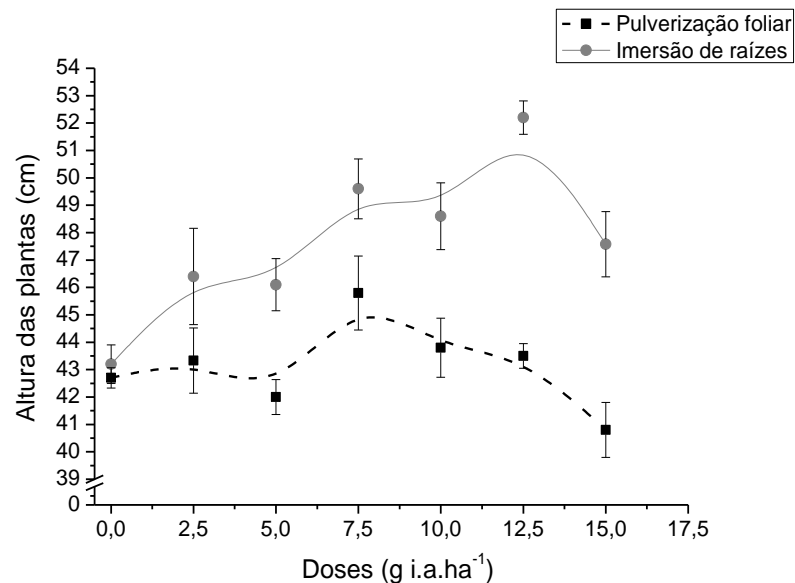


Figura 02. Efeito da interação entre as modalidades de aplicação e as doses de etil-trinexapac sobre a altura das mudas de eucalipto aos 65 dias após a aplicação. Jaboticabal, 2014.

Tabela 06. Médias dos diâmetros das plantas (mm) de eucalipto nas avaliações realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35, 50 e 65 dias após o plantio. Jaboticabal, 2013.

Modalidade	Diâmetro das plantas (mm)						
	7 DAP	14 DAP	21 DAP	28 DAP	35 DAP	50 DAP	65 DAP
Pulverização	2,86 A	3,25 A	3,59 A	4,11 A	4,54 A	5,22 A	5,82 A
Imersão	2,86 A	3,22 A	3,46 A	3,82 B	4,17 B	4,78 B	5,24 B
Doses g i.a.ha ⁻¹							
0,0	2,99 A	3,27 A	3,53 A	4,02 AB	4,49 A	5,17 A	5,80 A
2,5	2,74 A	3,18 A	3,53 A	3,85 AB	4,29 A	5,07 AB	5,51 AB
5,0	2,98 A	3,30 A	3,60 A	4,09 AB	4,35 A	4,96 AB	5,65 AB
7,5	2,86 A	3,18 A	3,42 A	3,80 B	4,19 A	4,71 B	5,33 AB
10,0	2,88 A	3,34 A	3,59 A	4,01 AB	4,52 A	5,29 A	5,62 AB
12,5	2,75 A	3,01 A	3,36 A	3,84 AB	4,22 A	4,70 B	5,22 B
15,0	2,79 A	3,40 A	3,62 A	4,15 A	4,46 A	5,11 AB	5,60 AB
F (m)	0,9969 ns	0,6593 ns	0,0663 ns	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**
F (dose)	0,1557 ns	0,1078 ns	0,3791 ns	0,0153*	0,0295 ns	0,0007**	0,0285*
F (m x dose)	0,042*	0,5331 ns	0,5990 ns	0,8876 ns	0,0017**	0,0432 ns	0,2247 ns
CV (%)	9,65	10,26	9,17	7,05	6,64	7,39	7,77

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo ao nível de 5% e ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ns não significativo ao nível 5% de probabilidade pelo teste.

Na Tabela 06 observam-se os resultados da aplicação de etil-trinexapac sobre o diâmetro do caule em função da modalidade de aplicação e doses do produto. Verifica-se que não houve interação significativa entre as modalidades de aplicação e as doses de etil-trinexapac para a avaliação dos 65 DAP.

Na Tabela 07 observam-se os resultados da aplicação de etil-trinexapac sobre o número de folhas em função da modalidade de aplicação e doses do produto. Verifica-se que houve interação significativa entre as modalidades de aplicação e as doses de etil-trinexapac para a avaliação aos 65 DAP. O desdobramento desta interação está apresentado na Tabela 08.

Tabela 07. Médias do número de folhas das plantas de eucalipto nas avaliações realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35, 50 e 65 dias após o plantio. Jaboticabal, 2013.

	Número de folhas						
	7 DAP	14 DAP	21 DAP	28 DAP	35 DAP	50 DAP	65 DAP
Modalidade							
Pulverização	9,14 A	11,39 A	27,75 A	39,07 A	46,25 A	54,60 A	61,0 A
Imersão	8,56 B	9,28 B	17,81 B	29,88 B	37,86 B	45,75 B	52,67 B
Doses g i.a.ha⁻¹							
0,0	8,47 A	10,0 A	22,22 A	32,60 A	41,65 ABC	52,25 A	56,72 AB
2,5	9,0 A	10,25 A	23,63 A	32,87 A	37,12 C	47,63 A	53,75 AB
5,0	8,87 A	10,50 A	24,0 A	36,75 A	42,75 ABC	51,50 A	62,87 A
7,5	8,37 A	9,62 A	18,75 A	32,37 A	38,0 BC	48,37 A	51,37 B
10,0	9,0 A	11,00 A	23,75 A	35,12 A	47,12 A	52,25 A	62,12 A
12,5	9,37 A	10,50 A	24,62 A	37,12 A	45,87 AB	50,87 A	58,12 AB
15,0	8,75 A	10,50 A	22,50 A	34,50 A	41,87 ABC	50,75 A	54,87 AB
F (m)	0,0154*	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**
F (dose)	0,3089 ns	0,5780 ns	0,4399 ns	0,1379 ns	0,0019**	0,7384 ns	0,0098**
F (m x dose)	0,2214 ns	0,8846 ns	0,2271 ns	0,0270*	0,1143*	0,2731 ns	0,3802*
CV (%)	10,94	15	27,39	13,8	13,8	13,72	12,07

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo ao nível de 5% e ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ns não significativo ao nível 5% de probabilidade pelo teste.

Tabela 08. Efeito da interação entre os fatores sobre o número de folhas das plantas de eucalipto aos 65 DAP. Jaboticabal, 2013.

Número de folhas aos 65 DAP		
Doses g i.a.ha ⁻¹	Modalidade de Aplicação	
	Pulverização	Imersão
0,0	62,25 ABa	51,20 Ab
2,5	66,50 Aa	55,25 Ab
5,0	53,0 ABa	49,75 Aa
7,5	67,75 Aa	56,50 Ab
10,0	65,0 ABa	51,25 Ab
12,5	57,50 ABa	52,25 Aa
15,0	55,00 ABa	52,50 Aa

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas comparam as modalidades de aplicação e maiúsculas as doses

No desdobramento da interação para o número de folhas, observou-se que, em relação às modalidades de aplicação, a pulverização proporcionou maior valor, com exceção das doses de 5,0; 12,5 e 15 g i.a.ha⁻¹ que não se diferenciaram entre as modalidades (Tabela 08 e Figura 03).

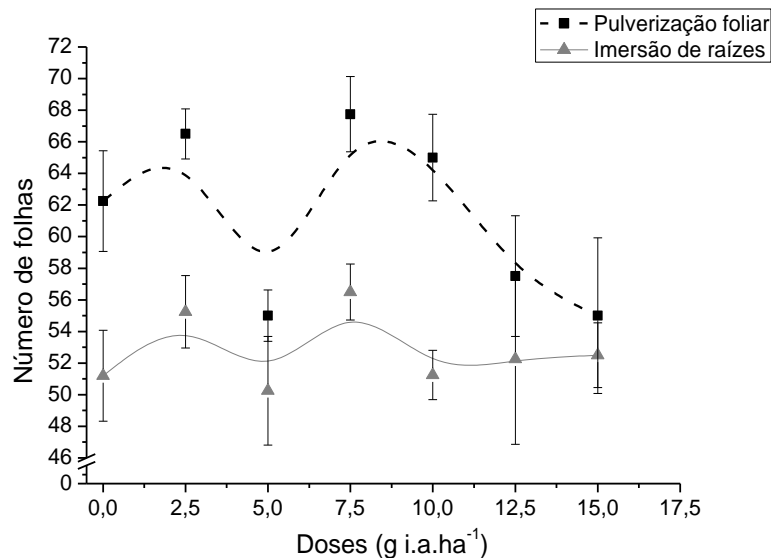


Figura 03. Efeito da interação entre as modalidades de aplicação e as doses de etil-trinexapac sobre o número de folhas das mudas de eucalipto aos 65 dias após a aplicação. Jaboticabal, 2014.

Com relação aos efeitos das doses dentro de cada modalidade de aplicação, verificou-se que na imersão de raízes não houve efeito das doses sobre esta característica. Para a pulverização, verifica-se que as doses de 2,5 e 7,5 g i.a.ha⁻¹ se destacam, porém sem diferenciar-se da testemunha e das demais doses (Tabela 08 e Figura 03).

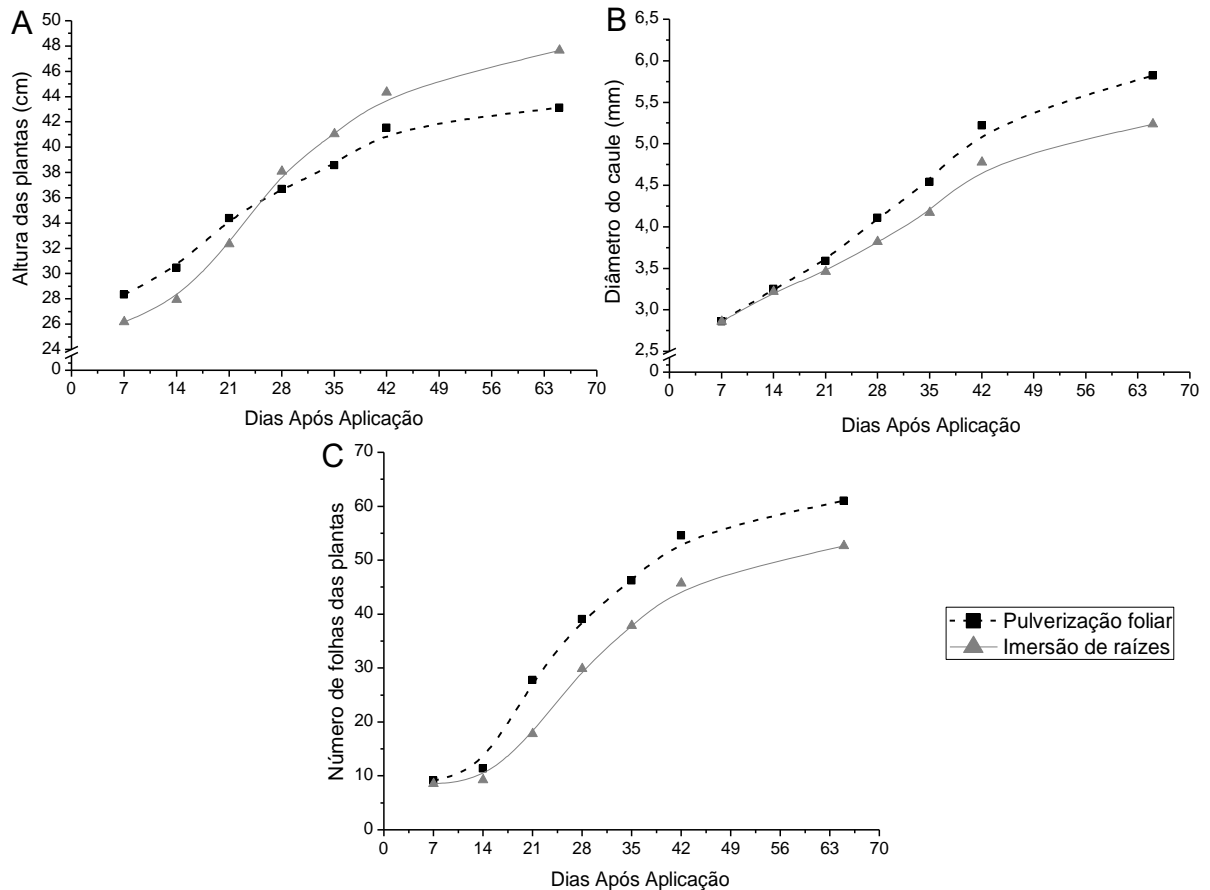


Figura 04. Efeitos da aplicação de etil-trinexapac na altura (A), diâmetro do caule (B) e número de folhas das plantas de eucalipto nas duas modalidades de aplicação ao longo período experimental. Jaboticabal, 2014

Na figura 04, observa-se o comportamento das características em relação as modalidades de aplicação, ao longo do período experimental. Verifica-se que para a altura, a partir dos 28 DAP, a imersão supera os efeitos da pulverização foliar, resultando em 10% de incremento na avaliação dos 65 DAP (Figura 4A). Para o diâmetro do caule e o número de folhas, a pulverização do produto resultou no melhor

desempenho das plantas, com incremento de 11% e 15% respectivamente, também ao 65 DAP (Figura 4B e C).

Na Figura 05, observa-se o comportamento da altura, diâmetro do caule e número de folhas em razão das médias das modalidades de aplicação para cada dose de etil-trinexapac aplicada. Verifica-se que para altura, todas doses resultaram em valores superiores a testemunha, porém apenas a dose de 15 g i.a.ha⁻¹ diferiu significativamente da testemunha resultando em incremento desta característica (Figura 5A). Para o diâmetro do caule, assim como verificado na tabela 06, não houve diferença significativa entre a testemunha e as demais doses (Figura 5B).

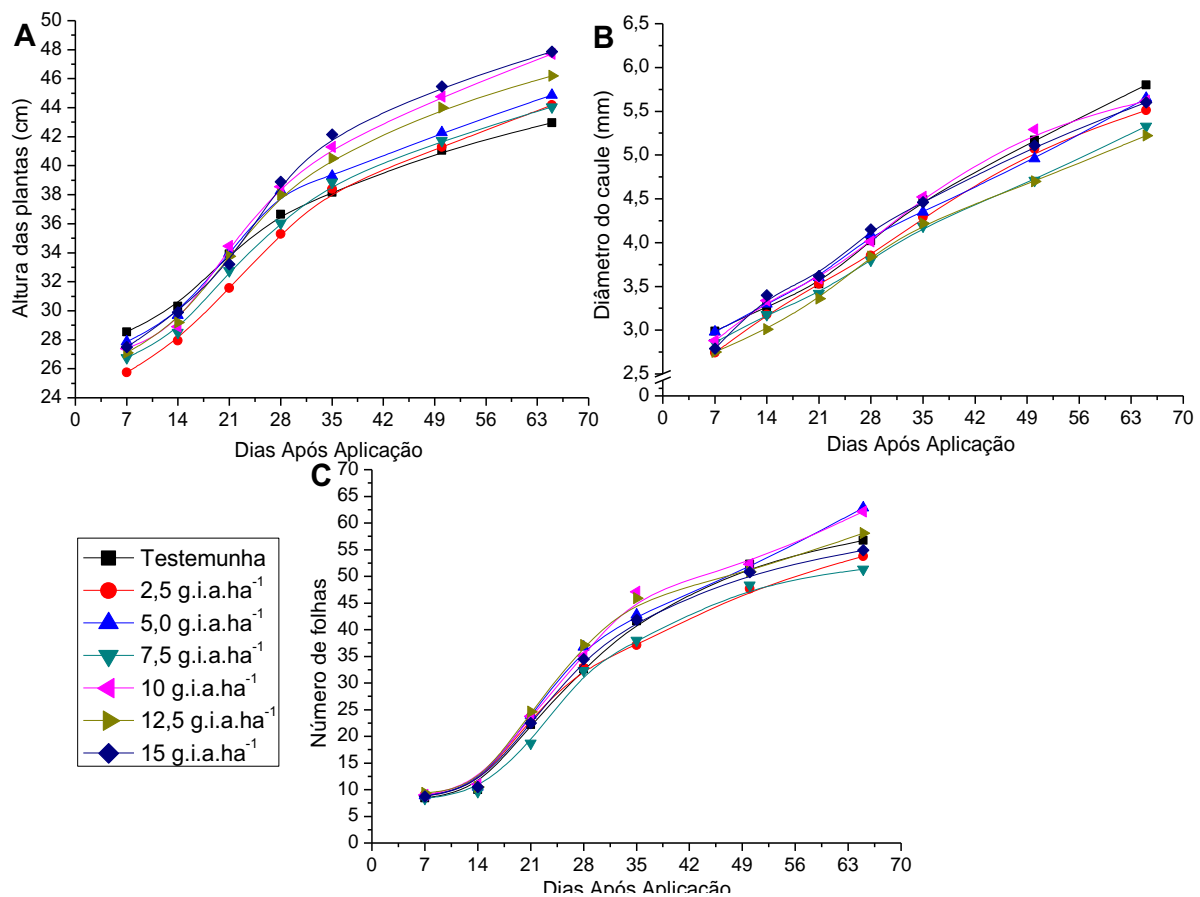


Figura 05. Médias dos efeitos das doses de etil-trinexapac nas duas modalidades de aplicação, na altura (A), diâmetro caule (B) e número de folhas (C) das plantas de eucalipto ao longo do período experimental (65 dias). Jaboticabal, 2014.

Para o número de folhas, verifica-se que ao longo do período experimental o comportamento das doses foi semelhante. Apenas na avaliação final, realizada aos 65 DAP, as doses de 5,0 e 10,0 g i.a.ha⁻¹ resultaram em valores superiores a

testemunha e as demais doses, porém sem se diferenciar da testemunha e das demais doses. Os resultados para o número de folhas podem ser visualizados na figura 5D.

5.1.2. Área foliar, massa seca da parte aérea, raiz e total e volume radicular.

Verifica-se na tabela 09 que houve interação significativa entre as modalidades de aplicação e as doses de etil-trinexapac apenas para a área foliar.

Tabela 09. Médias da área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR), total (MST) e volume radicular (VR) das plantas de eucalipto na avaliação final aos 65 dias após o plantio. Jaboticabal, 2013.

	AF (cm ²)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	VR (mL)
Modalidade					
Pulverização	678,40 A	8,61 A	3,71 A	12,33 A	20,50 A
Imersão	613,09 B	8,47 A	3,08 B	11,55 A	17,75 B
Doses g i.a.ha ⁻¹					
0,0	693,48 A	9,51 AB	3,44 A	12,96 A	19,37 A
2,5	667,80 A	8,98 AB	3,67 A	12,65 AB	21,37 A
5,0	527,13 B	6,74 C	3,20 A	9,94 B	20,0 A
7,5	681,94 A	9,07 AB	3,60 A	12,68 AB	17,62 A
10,0	677,80 A	9,75 A	3,45 A	13,21 A	19,0 A
12,5	694,47 A	8,35 ABC	3,36 A	11,71 AB	19,50 A
15,0	578,38 AB	7,38 BC	3,05 A	10,44 AB	17,0 A
F m	0,0024**	0,7120 ns	0,0001**	0,1221 ns	0,0293*
F (dose)	0,0001**	0,0005**	0,3716 ns	0,0027**	0,5684 ns
F (m x dose)	0,0196*	0,4749 ns	0,2727 ns	0,4789 ns	0,4144 ns
CV (%)	13,28	18,94	19,09	17,42	26,89

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo ao nível de 5% e ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ns não significativo ao nível 5% de probabilidade pelo teste. DAP= dias após a aplicação

Para massa seca da parte aérea e total (Tabela 09), não se verificou efeito diferenciado da modalidade de aplicação, mas apenas efeito significativo das doses. Para ambas as características foi observado que a dose de 5,0 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac apresentou tendência de redução quando comparada com a testemunha, sendo que para a parte aérea essa dose também resultou tendência de redução

quando comparada às doses de 2,5; 7,5 e 10,0 g i.a.ha⁻¹, enquanto para a massa seca total este efeito foi observado apenas quando comparada a dose de 10 g i.a.ha⁻¹.

Para massa seca de raiz e volume radicular, verificou-se apenas efeito da modalidade de aplicação, sendo que a aplicação de etil-trinexapac via imersão resultou em menor valor quando comparada a pulverização.

No desdobramento da interação para a área foliar, observou-se que, em relação às modalidades de aplicação, a imersão proporcionou menor valor apenas nas doses de 10,0 e 12,5 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac (Tabela 10).

Tabela 10. Efeito da interação entre os fatores sobre a área foliar (cm²) das plantas de eucalipto aos 65 DAP. Jaboticabal, 2013.

Doses g i.a.ha ⁻¹	Área Foliar (cm ²)	
	Modalidade de Aplicação	
	Pulverização	Imersão
0,0	685,31 ABa	701,65 ABa
2,5	708,41 ABa	625,65 ABCa
5,0	549,69 Ba	504,56 Ca
7,5	649,15 ABa	714,74 Aa
10,0	782,68 Aa	572,91 ABCb
12,5	756,61 Aa	632,32 ABCb
15,0	616,94 ABa	539,82 ABCa

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas comparam as modalidades de aplicação e maiúsculas as doses.

Com relação aos efeitos das doses dentro de cada modalidade de aplicação, verificou-se que para a imersão de raízes a dose de 7,5 g i.a.ha⁻¹, mesmo não se diferenciando da testemunha, resultou em maior média, enquanto a dose de 5,0 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac resultou em redução de 39% quando comparada com a testemunha e 42% quando comparada com a dose de 7,5 g i.a.ha⁻¹, mas não se diferenciou das demais doses.

Quando o produto foi pulverizado, não houve efeito das doses sobre esta característica. Esse comportamento das doses dentro de cada modalidade de aplicação pode ser visualizado na Figura 06.

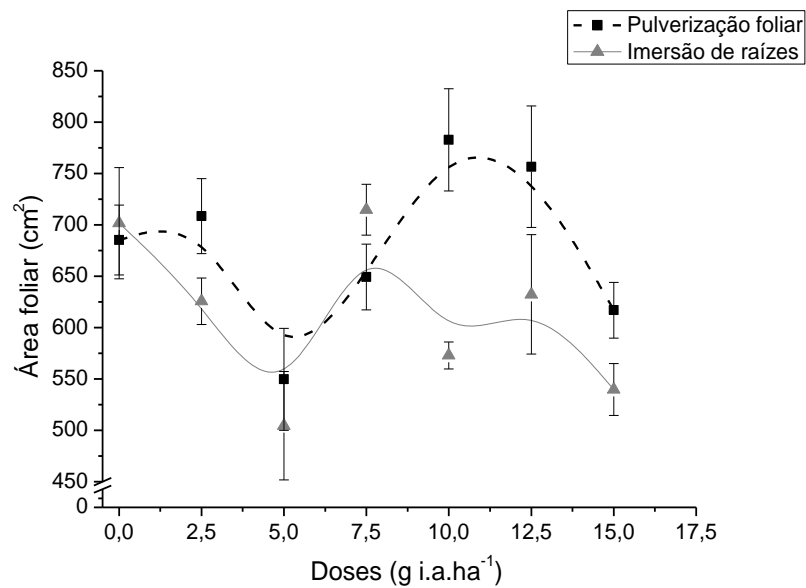


Figura 06. Efeito da interação entre as modalidades de aplicação e as doses de etil-trinexapac sobre a área foliar das mudas de eucalipto aos 65 dias após a aplicação. Jaboticabal, 2014.

5.2. Experimento 2

5.2.1. Altura, diâmetro do caule e número de folhas

Na Tabela 11 observam-se os resultados da aplicação de etil-trinexapac sobre a altura em função da modalidade de aplicação e doses do produto. Verifica-se que houve interação significativa entre as modalidades de aplicação e as doses de etil-trinexapac para todos períodos de avaliação com exceção dos 7 DAP. Apenas o desdobramento da avaliação feita aos 35 DAP será apresentado.

Tabela 11. Médias das alturas das plantas (cm) de eucalipto nas avaliações realizadas aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após o plantio. Jaboticabal, 2013.

Modalidade	Altura das plantas (cm)				
	7 DAP	14 DAP	21 DAP	28 DAP	35 DAP
Pulverização	34,44 A	36,33 A	39,31 A	41,17 A	42,62 A
Imersão	34,76 A	36,29 A	38,26 B	39,85 B	41,71 B
Doses g i.a.ha ⁻¹					
0	33,68 CD	35,31 C	37,65 C	38,75 B	40,18 B
15	35,35 ABC	36,37 ABC	38,93 ABC	40,68 AB	42,06 AB
30	35,43 AB	37,25 A	40,18 A	42,00 A	43,75 A
45	34,81 ABCD	36,25 ABC	38,81 ABC	40,75 AB	42,62 AB
60	35,68 A	37,12 AB	39,87 AB	41,12 A	42,81 A
75	33,86 BCD	35,87 ABC	38,40 BC	40,30 AB	41,93 AB
90	33,68 D	35,50 BC	37,75 C	40,00 AB	41,81 AB
F (m)	0,2486 ns	0,3016 ns	0,0013**	0,0005**	0,0172*
F (dose)	0,0001**	0,0031**	0,0001**	0,0007**	0,0048**
F (m x dose)	0,1111 ns	0,00**	0,00**	0,00**	0,0017**
CV (%)	3,37	3,36	3,33	3,36	4,74

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo ao nível de 5% e ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ns não significativo ao nível 5% de probabilidade pelo teste.

Na Tabela 12 observa-se que, com exceção da testemunha, a pulverização das doses resultou em maior crescimento em altura do que as aplicadas via imersão de raízes, com exceção das doses de 15, 30 e 45 g i.a.ha⁻¹.

Tabela 12. Efeito da interação entre os fatores sobre a altura das plantas (cm) aos 35 DAP. Jaboticabal, 2013.

Doses g i.a.ha ⁻¹	Altura (cm) aos 35 DAP	
	Modalidade de Aplicação	
	Pulverização	Imersão
0	38,87 Ba	41,50 ABb
15	42,47 Aa	41,65 ABa
30	42,62 Aa	44,87 Aa
45	43,25 Aa	42,0 ABa
60	44,25 Aa	41,37 ABb
75	43,25 Aa	40,62 Bb
90	43,62 Aa	40,0 Bb

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas comparam as modalidades de aplicação e maiúsculas as doses.

Com relação aos efeitos das doses dentro de cada modalidade de aplicação, verificou-se que para a imersão de raízes a dose de 30 g i.a.ha⁻¹ foi a que resultou em maior média e que comparada com a testemunha, o incremento observado nesta característica é de 8% (Tabela 12). Enquanto que as doses de 75 e 90 g i.a.ha⁻¹ resultaram em menores valores da característica e quando compara comparadas com a dose de 30 g i.a.ha⁻¹ reduziram em 10% e 11%, respectivamente.

Quando o etil-trinexapac foi pulverizado, observa-se que todas doses de etil trinexapac foram superiores a testemunha sem se diferenciar entre si. A dose de 60 g i.a.ha⁻¹ se destaca, resultando em 13% de incremento na altura das plantas (Tabela 12). O comportamento das doses dentro de cada modalidade de aplicação pode ser visualizado na Figura 7A.

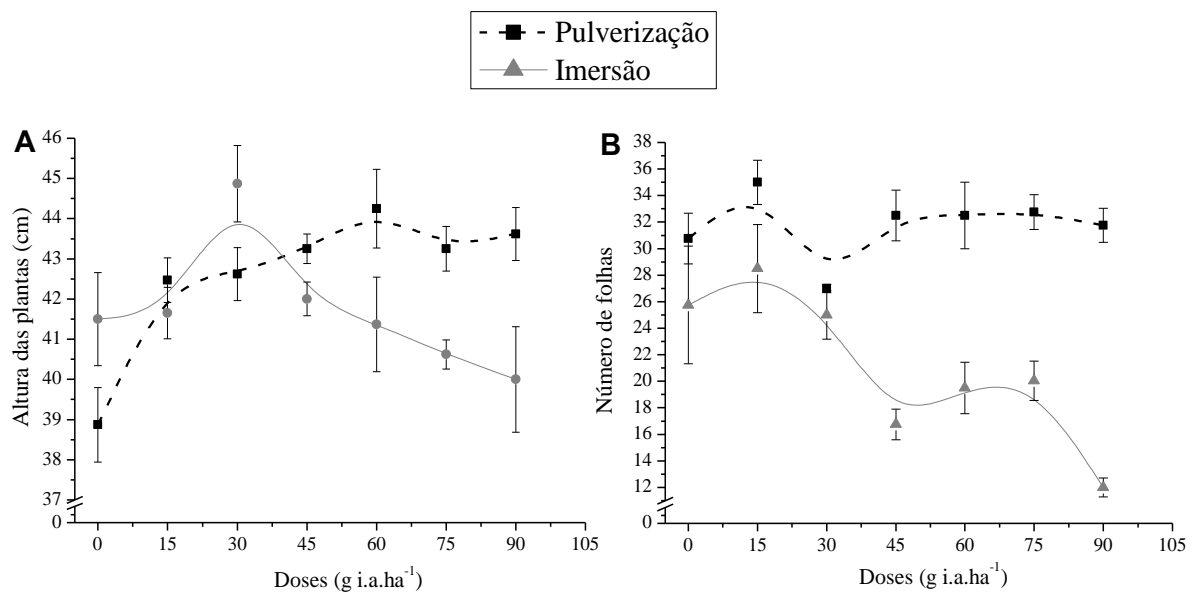


Figura 07. Efeito da interação entre as modalidades de aplicação e as doses de etil-trinexapac sobre altura e número de folhas das mudas de eucalipto aos 35 dias após a aplicação. Jaboticabal, 2014.

Na Tabela 13 observam-se os resultados da aplicação de etil-trinexapac sobre o número de folhas em função da modalidade de aplicação e doses do produto. Verifica-se que houve interação significativa entre as modalidades de aplicação e as doses de etil-trinexapac para todos períodos de avaliação. Apenas o desdobramento da avaliação feita aos 35 DAP será apresentado.

Tabela 13. Médias do número de folhas (cm) das plantas de eucalipto nas avaliações realizadas aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após o plantio. Jaboticabal, 2013.

Modalidade	Número de folhas				
	7 DAP	14 DAP	21 DAP	28 DAP	35 DAP
Pulverização	9,17 A	11,14 A	14,50 A	21,17 A	31,75 A
Imersão	8,84 A	9,06 B	11,13 B	14,49 B	21,07 B
Doses g i.a.ha ⁻¹					
0	8,37 B	9,12 A	12,12 A	16,75 A	28,25 AB
15	9,00 AB	10,62 A	13,37 A	21,00 A	31,75 A
30	9,25 AB	10,37 A	13,00 A	18,37 A	26,00 AB
45	9,12 AB	10,12 A	13,62 A	17,37 A	24,62 B
60	8,87 AB	9,75 A	12,25 A	17,25 A	26,00 AB
75	9,97 A	10,34 A	13,34 A	17,99 A	26,39 AB
90	8,50 AB	10,37 A	12,00 A	16,12 A	21,87 B
F (m)	0,2047 ns	0,0001**	0,00**	0,00**	0,00**
F (dose)	0,0384*	0,7031 ns	0,7169	0,1158 ns	0,0014**
F (m x dose)	0,0218*	0,0418*	0,0418*	0,0116*	0,0007**
CV (%)	11,94	20,06	21,27	20,89	17,77

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo ao nível de 5% e ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ns não significativo ao nível 5% de probabilidade pelo teste.

No desdobramento da interação para o número de folhas, observou-se que, em relação às modalidades de aplicação, a pulverização proporcionou maior valor, com exceção da testemunha e da dose de 30 g i.a.ha⁻¹ que não se diferenciaram entre as modalidades (Tabela 14 e Figura 7B).

Com relação aos efeitos das doses dentro de cada modalidade de aplicação, verificou-se que para a imersão de raízes a dose de 15 g i.a.ha⁻¹, mesmo não se diferenciando da testemunha, resultou em maior média, enquanto a dose de 90 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac resultou em redução de 54% quando comparada com a

testemunha e 58% quando comparada com a dose de 15 g i.a.ha⁻¹, contudo não houve diferenciação das demais doses (Tabela 14).

Tabela 14. Efeito da interação entre os fatores sobre o número de folhas aos 35 DAP. Jaboticabal, 2013.

Número de folhas aos 35 DAP		
Doses g i.a.ha ⁻¹	Modalidade de Aplicação	
	Pulverização	Imersão
0	30,75 Aa	25,75 ABa
15	35,0 Aa	28,50 Ab
30	27,0 Aa	25,0 ABa
45	32,50 Aa	16,75 BCb
60	32,50 Aa	19,50 ABCb
75	32,75 Aa	20,04 ABCb
90	31,75 Aa	12,0 Cb

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas comparam as modalidades de aplicação e maiúsculas as doses.

Quando o produto foi pulverizado, não houve efeito das doses sobre esta característica. O comportamento das doses dentro de cada modalidade de aplicação, número de folhas, pode ser visualizado na Figura 7B.

Na Tabela 15 observam-se os resultados da aplicação de etil-trinexapac sobre o diâmetro do caule em função da modalidade de aplicação e doses do produto. Verifica-se que houve interação significativa somente entre as modalidades de aplicação e que a partir dos 21 DAP a imersão foi desfavorável as características avaliadas.

Tabela 15. Médias dos diâmetros dos caules das plantas (cm) de eucalipto nas avaliações realizadas aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após o plantio. Jaboticabal, 2013.

Modalidade	Diâmetro das plantas (mm)				
	7 DAP	14 DAP	21 DAP	28 DAP	35 DAP
Pulverização	2,43 A	2,68 A	3,27 A	3,68 A	4,37 A
Imersão	2,43 A	2,72 A	3,15 B	3,42 B	3,91 B
Doses g i.a.ha ⁻¹					
0	2,56 AB	2,79 A	3,14 A	3,51 A	4,16 A
15	2,44 AB	2,65 A	3,29 A	3,55 A	4,11 A
30	2,58 A	2,83 A	3,35 A	3,63 A	4,36 A
45	2,39 AB	2,73 A	3,23 A	3,63 A	4,14 A
60	2,37 AB	2,73 A	3,25 A	3,55 A	4,16 A
75	2,47 AB	2,62 A	3,15 A	3,50 A	4,14 A
90	2,31 B	2,55 A	3,05 A	3,47 A	4,00 A
F (m)	0,9748 ns	0,4827 ns	0,0434*	0,0001**	0,00**
F (dose)	0,0687*	0,1418 ns	0,1199 ns	0,7122 ns	0,6553 ns
F (m x dose)	0,0826*	0,0233*	0,0171*	0,0025**	0,4707 ns
CV (%)	7,72	8,53	7,44	6,92	7,11

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo ao nível de 5% e ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ns não significativo ao nível 5% de probabilidade pelo teste.

Na figura 08, observa-se o comportamento das características em relação as modalidades de aplicação, ao longo do período experimental. Verifica-se que para a altura e diâmetro do caule, a partir dos 14 DAP, os efeitos da pulverização se destacam dos efeitos da imersão de raízes, culminando em 2% e 11%, respectivamente, de incremento nestas características na avaliação dos 35 DAP (Figura 8A e B).

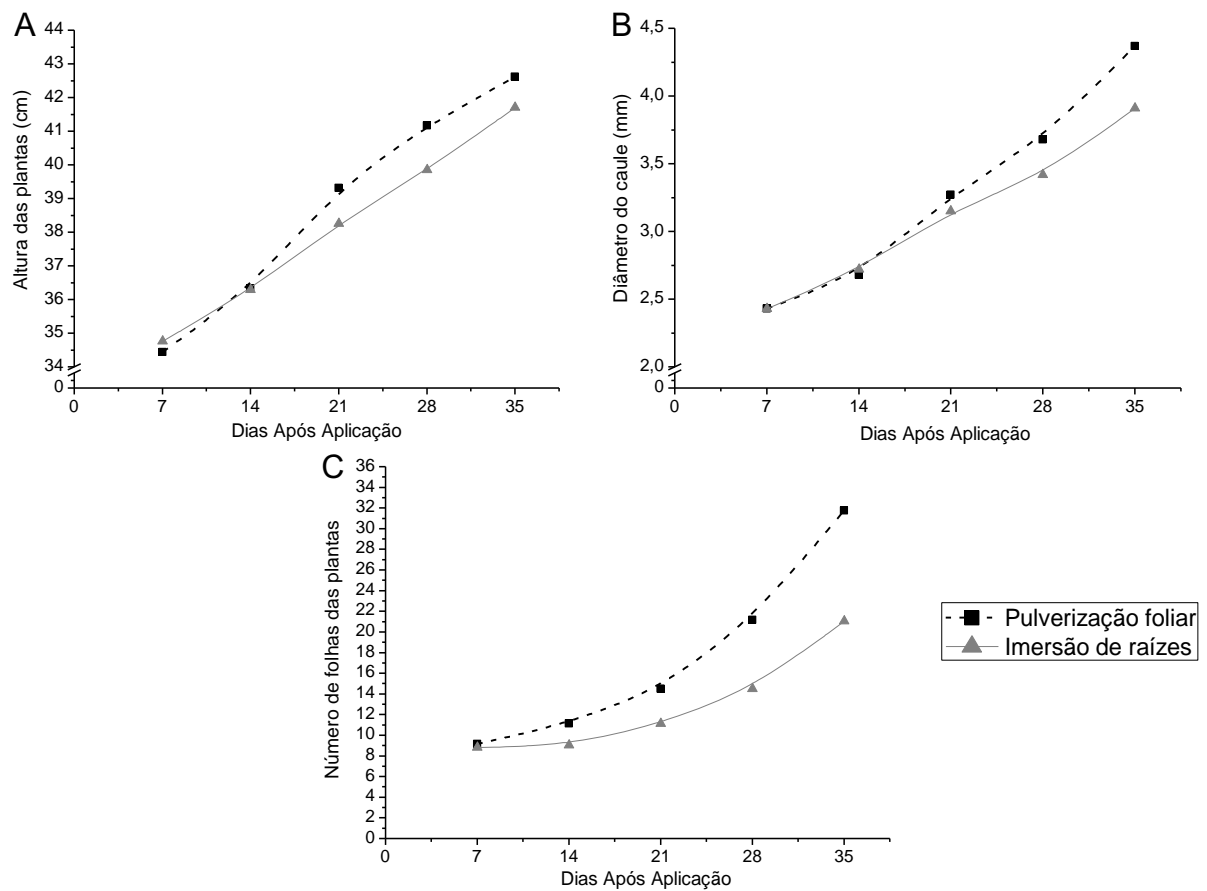


Figura 08. Efeitos da aplicação de etil-trinexapac na altura (A), diâmetro do caule (B) e número de folhas das plantas de eucalipto nas duas modalidades de aplicação ao longo período experimental. Jaboticabal, 2014.

Contudo, para o número de folhas a partir dos 7 DAP, o efeito da pulverização acelera o desenvolvimento das folhas e na avaliação dos 35 DAP a diferença entre as modalidades de aplicação é de 50% (Figura 8C).

Na Figura 09, observa-se o comportamento da altura, diâmetro do caule e número de folhas em razão das médias das modalidades de aplicação para cada dose de etil-trinexapac aplicada. Verifica-se que para altura, todas doses resultaram em valores superiores a testemunha e que a dose de 30 g i.a.ha⁻¹ promoveu maior desenvolvimento desta característica (Figura 9A). Para o diâmetro do caule, assim como verificado na tabela 15, não houve diferença significativa entre a testemunha e as demais doses (Figura 9B). Contudo, apesar de não se diferenciar a dose de 30 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac apresenta-se superior as demais na avaliação dos 35 DAP.

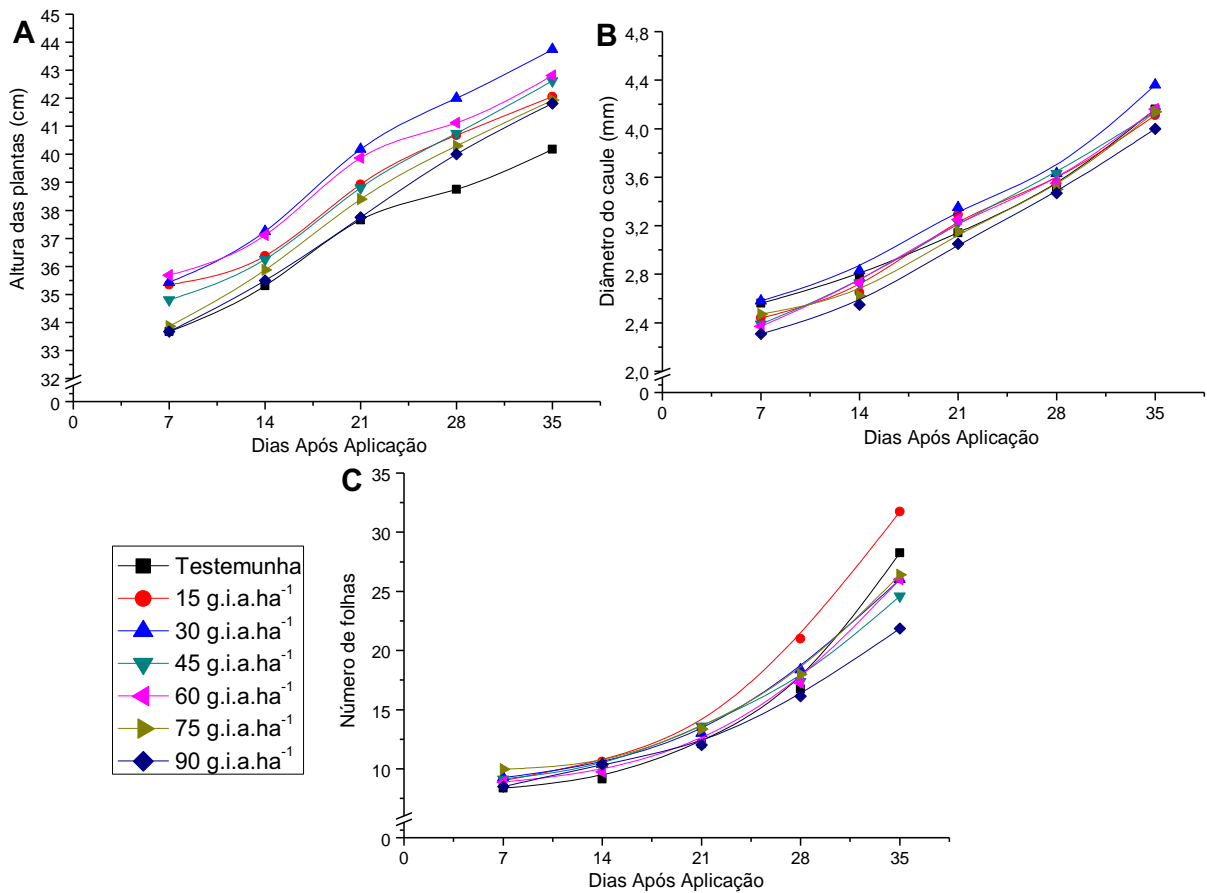


Figura 09. Médias dos efeitos das doses de etil-trinexapac nas duas modalidades de aplicação, na altura (A), diâmetro caule (B) e número de folhas (C) das plantas de eucalipto ao longo do período experimental (35 dias). Jaboticabal, 2014.

Para o número de folhas, verifica-se que a partir da avaliação dos 21 DAP a dose de 15 g i.a.ha⁻¹ se destaca das demais e na avaliação dos 35 DAP é a única dose superior a testemunha (0 g i.a.ha⁻¹). Em contrapartida, a dose de 90 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac, também a partir dos 21 DAP, se destaca porém, reduzindo o número de folhas das plantas e na avaliação dos 35 DAP resulta no menor valor para a característica (Figura 9C).

5.2.2. Área foliar, massa seca da parte aérea, raiz, total e volume radicular

Na Tabela 16 observam-se os resultados da aplicação de etil-trinexapac sobre a área foliar, massa seca da parte aérea, raízes, total e volume radicular em função da modalidade de aplicação e doses do produto. Verifica-se que houve interação significativa entre as modalidades de aplicação e as doses de etil-trinexapac para todas características.

Tabela 16. Médias da área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR), total (MST) e volume radicular (VR) das plantas de eucalipto na avaliação final aos 65 dias após o plantio. Jaboticabal, 2014.

Modalidade	AF (cm ²)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	VR (mL)
Pulverização	388,09 A	4,74 A	1,88 A	6,60 A	10,62 A
Imersão	200,22 B	3,47 B	1,33 B	4,80 B	7,35 B
Doses g i.a.ha ⁻¹					
0	270,83 BC	3,66 BC	1,59 B	5,25 BC	9,25 BC
15	356,72 A	4,96 A	1,98 A	6,95 A	10,50 AB
30	333,96 AB	4,42 AB	1,78 AB	6,12 AB	11,25 A
45	306,63 AB	3,97 BC	1,38 BC	5,40 BC	7,78 C
60	308,77 AB	4,12 BC	1,65 AB	5,77 B	7,75 C
75	315,49 AB	4,09 BC	1,68 AB	5,70 B	8,78 BC
90	236,68 C	3,51 C	1,12 C	4,64 C	7,62 C
F m	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**
F (dose)	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**
F (m x dose)	0,0007**	0,0008**	0,0001**	0,00**	0,00**
CV (%)	14,65	14,26	16,77	12,65	15,68

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo ao nível de 5% e ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ^{ns} não significativo ao nível 5% de probabilidade pelo teste.

No desdobramento da interação para a área foliar, observou-se que, em relação às modalidades de aplicação, a pulverização proporcionou maior valor em todas doses aplicadas (Tabela 17).

Com relação aos efeitos das doses dentro de cada modalidade de aplicação, verificou-se que para a imersão de raízes apenas dose de 90 g i.a.ha⁻¹ se destaca, diferenciando-se da testemunha, resultando em redução de 76% nesta característica. A dose de 30 g i.a.ha⁻¹ apesar de não se diferenciar da testemunha, resultou em 20%

de incremento na área foliar. O efeito das demais doses não resultou em diferença significativa (Tabela 17).

Tabela 17. Efeito da interação entre os fatores sobre a área foliar (cm²) das plantas de eucalipto aos 35 DAP. Jaboticabal, 2013.

Doses g i.a.ha ⁻¹	Área Foliar (cm ²)	
	Modalidade de Aplicação	
	Pulverização	Imersão
0	303,81 Ca	237,86 Ab
15	467,85 Aa	245,60 Ab
30	382,34 ABCa	285,58 Ab
45	409,29 ABa	203,98 ABb
60	406,02 ABa	211,52 ABb
75	409,02 ABa	221,94 Ab
90	338,27 BCa	135,10 Bb

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas comparam as modalidades de aplicação e maiúsculas as doses.

Quando o etil-trinexapac foi pulverizado, observa-se que com exceção das doses de 30 e 90 g i.a.ha⁻¹, todas doses foram superiores a testemunha sem se diferenciar entre si. A dose de 15 g i.a.ha⁻¹ se destaca, resultando em 36% de incremento na área foliar (Tabela 17). O efeito das doses dentro de cada modalidade de aplicação pode ser visualizado na Figura 10A.

No desdobramento da interação para massa seca da parte aérea, raízes e total observou-se que, em relação às modalidades de aplicação, a pulverização proporcionou, com exceção da testemunha (0 g i.a.ha⁻¹) e a dose de 30 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac, maiores valores em todas doses aplicadas (Tabela 18, 19 e 20). Como pode ser visualizado na Figura 10, o comportamento das doses em relação as modalidades de aplicação são semelhantes para estas características.

Com relação aos efeitos das doses dentro de cada modalidade de aplicação, verificou-se que para a pulverização a dose de 15 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac, se diferencia da testemunha (0 g i.a.ha⁻¹), resultando em efeito benéfico no acúmulo de biomassa em 39% para massa seca da parte área (Tabela 18), 38% para raízes (Tabela 19) e 38% para massa seca total (Tabela 20).

Tabela 18. Efeito da interação entre os fatores sobre a massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de eucalipto aos 35 DAP. Jaboticabal, 2014.

Massa Seca da Parte Área (g)		
Doses g i.a.ha ⁻¹	Modalidade de Aplicação	
	Pulverização	Imersão
0	3,68 Ca	3,64 ABCa
15	5,95 Aa	3,98 ABb
30	4,58 BCa	4,27 Aa
45	4,93 ABa	3,02 BCb
60	4,78 BCa	3,45 ABCb
75	5,01 ABa	3,18 ABCb
90	4,28 BCa	2,74 Cb

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas comparam as modalidades de aplicação e maiúsculas as doses.

A dose de 75 g i.a.ha⁻¹ também resultou em efeito benéfico nestas características promovendo, respectivamente, 27%, 32% e 27% de incremento. As demais doses não se diferenciam da testemunha, nem entre si (Tabela 18, 19 e 20).

Tabela 19. Efeito da interação entre os fatores sobre a massa seca de raízes (MSR) das plantas de eucalipto aos 35 DAP. Jaboticabal, 2013.

Massa Seca de Raiz (g)		
Doses g i.a.ha ⁻¹	Modalidade de Aplicação	
	Pulverização	Imersão
0	1,51 Ca	1,67 ABa
15	2,38 Aa	1,58 ABb
30	1,85 BCa	1,71 Aa
45	1,61 BCa	1,15 BCb
60	2,0 ABCa	1,31 ABb
75	2,21 ABa	1,17 BCb
90	1,50 Ca	0,74 Cb

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas comparam as modalidades de aplicação e maiúsculas os tratamentos

Quando realizou-se a imersão das raízes, o comportamento destas características foi diferenciado entre as doses. Para a massa seca da parte aérea, verifica-se que a dose de 30 g i.a.ha⁻¹ se destaca das demais doses, apesar de se diferenciar apenas das doses de 45 e 90 g i.a.ha⁻¹.

Na comparação com estas doses, a dose de 30 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac proporcionou incremento de 30% e 36%, respectivamente. Já o restante das doses apresentou comportamento intermediário, não se diferenciando entre si (Tabela 18).

Quando realizou-se a imersão das raízes, o comportamento destas características foi diferenciado entre as doses. Para a massa seca da parte aérea, verifica-se que a dose de 30 g i.a.ha⁻¹ se destaca das demais doses, apesar de se diferenciar apenas das doses de 45 e 90 g i.a.ha⁻¹. Na comparação com estas doses, a dose de 30 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac proporcionou incremento de 30% e 36%, respectivamente. Já o restante das doses apresentou comportamento intermediário, não se diferenciando entre si (Tabela 18).

Para a massa seca de raízes verifica-se que na imersão ocorreu diferenciação apenas entre as doses de 30 g i.a.ha⁻¹ e 45, 75 e 90 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac. Estas doses reduziram o acúmulo de massa nas raízes em 33%, 32% e 57%, respectivamente. As demais doses não se diferenciaram entre si e tão pouco da testemunha (Tabela 19 e Figura 10B).

Tabela 20. Efeito da interação entre os fatores sobre a massa total (MST) das plantas de eucalipto aos 35 DAP. Jaboticabal, 2013.

Doses g i.a.ha ⁻¹	Massa Seca Total (g)	
	Modalidade de Aplicação	
	Pulverização	Imersão
0	5,19 Ca	5,31 ABa
15	8,33 Aa	5,57 ABb
30	6,43 BCa	5,99 Aa
45	6,64 Ba	4,17 ABb
60	6,79 Ba	4,76 ABCb
75	7,09 ABa	4,35 BCb
90	5,79 BCa	3,49 Cb

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas comparam as modalidades de aplicação e maiúsculas as doses.

Para massa seca total, verifica-se que a imersão de raízes na dose de 30 g i.a.ha⁻¹ proporcionou maior valor, resultando em incremento de 12% na comparação com a testemunha e 42% com a dose de 90 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac (Tabela 20). As doses de 45 e 60 g i.a.ha⁻¹ aplicadas pulverizadas também se destacaram para a massa seca total, resultando em 22% e 24% de incremento no acúmulo de biomassa (Tabela 20 e Figura 10C).

Na imersão, a dose de 90 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac, diferiu significativamente da testemunha, com exceção da massa seca da parte aérea, e causou redução de todas características em questão, com reduções de 25% na massa seca da parte aérea, 56% na massa seca de raízes e 35% para massa seca total (Tabela 18, 19 e 20).

Tabela 21. Efeito da interação entre os fatores sobre volume radicular (VR) das plantas de eucalipto aos 35 DAP. Jaboticabal, 2013.

Doses g i.a.ha ⁻¹	Volume Radicular (mL)	
	Modalidade de Aplicação	
	Pulverização	Imersão
0	9,25 Ba	9,25 Aa
15	12,0 ABa	9,0 Ab
30	11,50 ABa	11,0 Aa
45	9,56 ABa	6,0 Bb
60	9,75 ABa	5,75 Bb
75	11,56 ABa	6,0 Bb
90	10,75 ABa	4,50 Bb

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas comparam as modalidades de aplicação e maiúsculas as doses.

No desdobramento da interação para volume radicular observou-se que, em relação às modalidades de aplicação, a pulverização proporcionou, com exceção da testemunha (0 g i.a.ha⁻¹) e a dose de 30 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac, maiores valores em todas doses aplicadas (Tabela 21). Verifica-se também que houve efeito de doses para o volume radicular (Tabela 17 e Figura 10D).

Com relação aos efeitos das doses dentro de cada modalidade de aplicação, verificou-se que para a imersão de raízes as doses de 30 g i.a.ha⁻¹, mesmo não se

diferenciando da testemunha, resultou em maior média, enquanto as doses de 45, 60, 75 e 90 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac resultaram em redução do volume radicular em 36%, 38%, 36% e 52%, respectivamente, quando comparadas com a testemunha (Tabela 21).

Quando o produto foi pulverizado, não houve efeito das doses sobre esta característica. Contudo a dose de 15 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac, proporcionou 23% de incremento no volume radicular das plantas, mesmo não diferindo significativamente da testemunha (0 g i.a.ha⁻¹). O comportamento das doses dentro de cada modalidade de aplicação, para massa seca da parte aérea, de raízes, total e volume radicular pode ser visualizado na Figura 08.

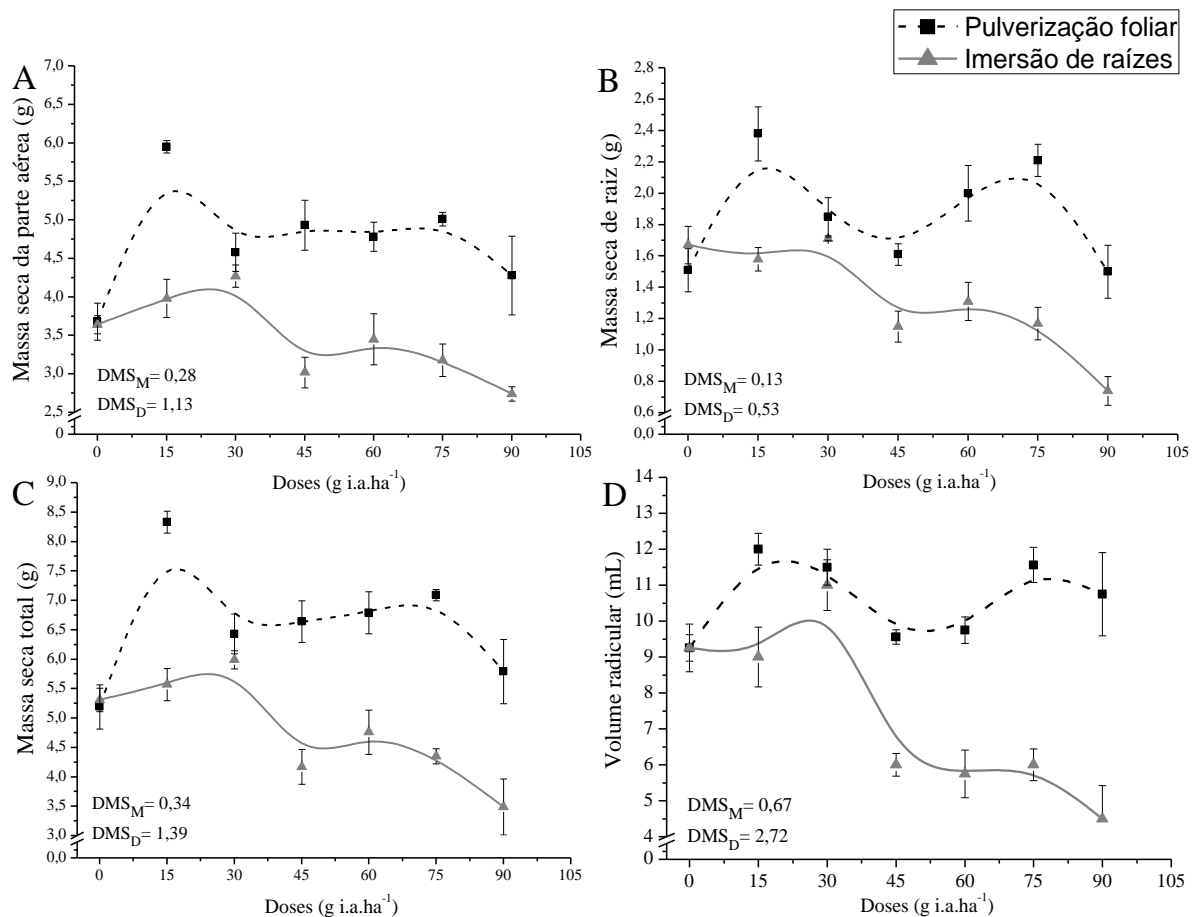


Figura 10. Efeito da interação entre as modalidades de aplicação e as doses de etil-trinexapac sobre a massa seca da parte aérea (A), de raízes (B), total (C) e volume radicular (D) das mudas de eucalipto aos 35 dias após a aplicação. Jaboticabal, 2014.

5.3. Experimento 3

5.3.1. Altura e diâmetro do caule

Na tabela 22 estão apresentados os resultados dos testes de médias decorrentes dos efeitos da aplicação de etil-trinexapac nas diferentes combinações.

Observa-se que não houve interação significativa em nenhuma das avaliações realizadas ao longo do período experimental, bem como não houve diferenciação na aplicação de pré-plantio e tão pouco nas aplicações sequenciais de etil-trinexapac (Tabela 22).

Tabela 22. Médias das alturas das plantas de eucalipto aos 2, 4, 6 e 7 meses após o plantio e aplicações sequenciais de etil-trinexapac. Jaboticabal, 2014.

Aplicação Pré-plantio (A)	Altura das plantas de eucalipto (m)			
	2 meses	4 meses	6 meses	Final
Não	0,67 A	2,86 A	5,41 A	5,90 A
Sim	0,65 A	2,83 A	5,41 A	5,88 A
Época de aplicação - meses (B)				
Testemunha	0,66 A	2,82 A	5,31 A	5,79 A
2	0,66 A	2,95 A	5,50 A	5,97 A
4	0,69 A	2,81 A	5,40 A	5,95 A
6	0,64 A	2,80 A	5,33 A	5,95 A
2+4	0,65 A	2,77 A	5,42 A	5,83 A
2+6	0,66 A	2,82 A	5,39 A	5,82 A
4+6	0,68 A	2,90 A	5,46 A	5,91 A
2+4+6	0,64 A	2,88 A	5,48 A	5,94 A
F (A)	3,21 ns	0,60 ns	0,01 ns	0,66 ns
F (B)	1,11 ns	0,95 ns	1,65 ns	1,02 ns
F (A X B)	0,88 ns	0,43 ns	1,33 ns	1,11 ns
CV% P	7,14	4,70	2,40	1,59
CV% SUBP	7,04	6,20	2,75	3,39
DMS (A)	0,03	0,10	0,10	0,74
DMS (B)	0,07	0,28	0,23	0,31

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo ao nível 5% de probabilidade pelo teste. CV% P – coeficiente de variação das parcelas; CV% SUBP – coeficiente de variação das subparcelas. DMS – diferença mínima significativa.

Assim como para a altura das plantas de eucalipto, não houve interação significativa entre a aplicação pré-plantio e as aplicações sequenciais de etil-trinexapac em nenhuma das avaliações realizadas ao longo do período experimental (Tabela 23). É possível observar também, que não houve diferenciação na aplicação de pré-plantio, assim como não houve diferenciação nas aplicações sequenciais de etil-trinexapac (Tabela 23).

Tabela 23. Médias dos diâmetros do caule das plantas de eucalipto aos 2, 4, 6 e 7 meses após o plantio e aplicações sequenciais de etil-trinexapac. Jaboticabal, 2014.

Aplicação Pré-plantio (A)	Diâmetro do caule (mm)			
	2 meses	4 meses	6 meses	7 meses
Não	11,84 A	16,05 A	30,85 A	35,48 A
Sim	11,59 A	15,98 A	30,59 A	34,31 A
Época de aplicação - meses (B)				
Testemunha	11,79 A	16,61 A	30,17 A	35,95 A
2	11,95 A	17,25 A	31,17 A	36,02 A
4	12,02 A	15,84 A	31,72 A	35,92 A
6	11,22 A	15,34 A	29,31 A	34,39 A
2+4	11,49 A	15,65 A	30,51 A	33,99 A
2+6	11,51 A	15,03 A	30,03 A	33,80 A
4+6	12,14 A	16,16 A	31,52 A	35,29 A
2+4+6	11,55 A	16,22 A	31,33 A	33,79 A
F (A)	0,64 ns	0,02 ns	1,89 ns	1,60 ns
F (B)	0,51 ns	1,47 ns	0,99 ns	0,86 ns
F (A X B)	0,70 ns	1,58 ns	0,25 ns	1,01 ns
CV% P	10,49	11,82	2,50	10,60
CV% SUBP	10,46	10,37	7,85	8,81
DMS (A)	0,97	1,50	0,61	2,94
DMS (B)	1,95	2,64	3,84	4,90

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo ao nível 5% de probabilidade pelo teste. CV% P – coeficiente de variação das parcelas; CV% SUBP – coeficiente de variação das subparcelas. DMS – diferença mínima significativa.

5.3.2. Área foliar, massa seca de folhas e caule

Estão apresentados na tabela 24, os resultados dos testes de médias para a área foliar, a massa seca de folhas e massa seca de caules das plantas de eucalipto. É evidente que, assim como para as características anteriores, não houve

significância entre a aplicação de pré-plantio e as aplicações sequenciais de etil-trinexapac para todas as características citadas (Tabela 24).

Tabela 24. Médias da área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca dos caules (MSC) das plantas de eucalipto na avaliação final realizada aos 7 meses após o plantio e aplicação sequenciais de etil-trinexapac. Jaboticabal, 2014.

Aplicação Pré-plantio (A)	AF (m ²)	MSF (g)	MSC (kg)
Não	8,47 A	581,10 A	2,10 A
Sim	8,67 A	589,35 A	2,09 A
Época de aplicação - meses (B)			
Testemunha	8,09 A	572,12 A	2,04 A
2	8,67 A	597,12 A	2,20 A
4	8,78 A	582,70 A	2,19 A
6	8,89 A	566,09 A	1,99 A
2+4	8,03 A	554,36 A	2,00 A
2+6	8,31 A	589,73 A	2,08 A
4+6	9,38 A	631,56 A	2,26 A
2+4+6	8,38 A	588,12 A	2,03 A
F (A)	0,25 ns	0,18 ns	0,00 ns
F (B)	0,98 ns	0,50 ns	0,83 ns
F (A X B)	2,10 ns	1,23 ns	0,88 ns
CV(%) P	18,84	13,34	10,46
CV(%) SUBP	15,06	15,88	15,27
DMS (A)	1,28	62,09	0,17
DMS (B)	2,05	148,11	0,51

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo ao nível 5% de probabilidade pelo teste. CV% P – coeficiente de variação das parcelas; CV% SUBP – coeficiente de variação das subparcelas. DMS – diferença mínima significativa.

6. DISCUSSÃO

6.1. Experimento 1

6.1.1. Altura, diâmetro e número de folhas

Para a altura das plantas de eucalipto, pode-se observar que ao longo do período experimental as plantas tratadas com etil-trinexapac via imersão de raízes resultaram nas maiores médias, principalmente, a partir da avaliação dos 28 DAP (Tabela 04 e Figura 4A). Nas avaliações anteriores (7, 14 e 21 DAP), a pulverização foliar proporcionou melhor desempenho nas plantas, contudo não foi capaz de manter este incremento até o fim das avaliações.

Já na aplicação de etil-trinexapac via imersão de raízes, apesar desta modalidade de aplicação produzir um efeito mais tardio e lento, a manutenção do crescimento em altura das plantas foi evidente até a avaliação dos 65 DAP (Tabela 04).

Este efeito rápido do etil-trinexapac aplicado via pulverização foliar, principalmente nas doses de 10,0; 12,5 e 15,0 g i.a. ha⁻¹, pode ter sido decorrente da rápida absorção pelas folhas e da metabolização eficiente do ingrediente ativo pelas plantas de eucalipto (Figura 5A). Desta forma, o efeito se manifestou mais rapidamente, mas como pode ser visualizado na Figura 5A, não foi capaz de se manter no tempo, sendo que a partir dos 21 DAP as plantas já haviam se recuperado do efeito da pulverização de etil-trinexapac (Tabela 04).

Este efeito pode ser explicado devido a ação do etil-trinexapac no metabolismo das plantas de eucalipto. Em doses recomendadas, o etil-trinexapac é utilizado como redutor do crescimento em altura de alguns cereais (RAJALA, 2002). Contudo, Pires et al, (2013) e este trabalho, a aplicação de etil-trinexapac em subdoses, parece ter resultado em incremento desta característica ao invés da redução e conseqüentemente em ação diferenciada deste produto.

Em contrapartida, a aplicação realizada via imersão de raízes foi mais lenta mas os resultados são duradouros e evidentes até o fim do período experimental

(Figura 5A). As raízes são componentes sensíveis e de alta absorção nas plantas desta maneira, a alteração do ritmo de crescimento nas regiões meristemáticas em decorrência da imersão das raízes, resultou em maior crescimento e manutenção deste efeito ao longo tempo.

Deve-se ressaltar que as doses de 12,5 e 15,0 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac proporcionaram incremento no crescimento das plantas de aproximadamente 20 e 10% quando comparadas com a testemunha sem aplicação (Tabela 05). De acordo com Pires (2013), avaliando o efeito da deriva de aplicações de maturadores, dentre eles o etil-trinexapac, foi possível observar efeito benéfico de doses de 15 g i.a. ha⁻¹ no crescimento de plantas de eucalipto, corroborando os resultados obtidos neste experimento.

Para o diâmetro das plantas de eucalipto, não foi possível verificar efeito de interação entre as modalidades aplicação e as doses de etil-trinexapac (Tabela 06). Contudo, na comparação entre as modalidades de aplicação, ao longo do período experimental (Figura 4B), verifica-se que a pulverização proporcionou desenvolvimento do caule em relação a imersão de raízes.

Observa-se que logo no início das avaliações, aos 14 DAP, a pulverização resultou em aumento do ritmo de crescimento em diâmetro das plantas que se manteve até o fim das avaliações, culminando em uma diferença de 11% na avaliação dos 65 DAP quando comparada a testemunha. O crescimento em diâmetro das plantas de eucalipto está relacionado com a sua capacidade de resposta a estresses bióticos e abióticos, bem como é uma medida de avaliação utilizada para previsão de produtividade (DOWNES et al., 1997).

Contudo, conforme apresentado na Figura 5B, a aplicação de etil-trinexapac parece não ter resultado em estímulos ou estresse suficiente para que o ritmo de crescimento desta característica se alterasse, não proporcionando interação entre as modalidades de aplicação e as doses aplicadas.

Para o número de folhas das plantas de eucalipto, diferentemente da altura, verifica-se que a modalidade de aplicação que resultou em melhor desempenho nesta característica foi a pulverização foliar (Tabela 07 e Figura 4C). Na Figura 4C, observa-se que, assim como para o diâmetro do caule, a partir da avaliação dos 14 DAP, a

pulverização resultou em maiores médias desta característica com 15% de incremento em relação à imersão na avaliação dos 65 DAP (Tabela 07).

Apesar de não se verificar efeito de doses no desdobramento da interação para número de folhas, quando é feita comparação do efeito das doses de etil-trinexapac ao longo do período experimental, apresentado na Figura 5C, observa-se que as doses de 5,0 e 10,0 g i.a.ha⁻¹ promoveram melhores resultados nesta característica.

Pode-se inferir que o aumento no número de folhas após a aplicação de etil-trinexapac via pulverização foliar pode ser decorrente da ação direta do ingrediente ativo no local da aplicação. Devido a absorção direta e metabolização rápida no local de deposição do ingrediente ativo, a emissão de novas folhas e a manutenção das folhas já existentes foram beneficiadas pelo etil-trinexapac, que pode ter causado alteração na sinalização de rotas metabólicas ou ação diferenciada de hormônios como a giberelina e auxina capazes de proporcionar este resultado (PALANGANA, 2011).

6.1.2. Área foliar, massa seca da parte aérea, raiz, total e volume radicular

Para a área foliar foi possível verificar interação significativa entre as modalidades de aplicação e como resultado o melhor desempenho da pulverização foliar nesta característica (Tabela 09 e 10).

Verifica-se também que mesmo com a diferenciação das modalidades de aplicação, o etil-trinexapac não resultou em diferenciação de doses (Figura 06). Com exceção da dose de 5,0 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac, aplicada via imersão de raízes, que proporcionou redução de quase 40% na área foliar quando comparada com a testemunha, nenhuma das doses resultou em efeitos benéficos ou incremento na área foliar das plantas de eucalipto (Tabela 09).

A área foliar é uma característica que representa a área disponível para absorção da luz solar e, conseqüentemente, a capacidade de realização de fotossíntese (ISMAIL; NOOR, 1996; NESMITH, 1993). Verifica-se que o etil-trinexapac não proporcionou estímulo na expansão das folhas, mas sim, redução desta característica principalmente na dose de 5,0 g i.a. ha⁻¹ (Tabela 09 e Figura 06).

Na Tabela 09 verifica-se os resultados para massa seca da parte aérea, massa seca de raízes, massa seca total e volume radicular. Observa-se que não houve interação significativa para nenhuma das características. Contudo, para massa seca da parte aérea e massa seca total, a aplicação de etil-trinexapac resultou no efeito das doses (Tabela 09).

De modo similar a área foliar, a dose de 5,0 g i.a. ha⁻¹ resultou em redução na biomassa aérea das plantas quando comparada com a testemunha, tanto na massa seca da parte aérea, quanto na massa seca total (Tabela 09). As demais doses não resultaram em diferenças significativas.

O acúmulo de biomassa na parte aérea, bem como nas raízes são indicadores de incremento no crescimento e desenvolvimento das plantas de eucalipto. Era esperado que com a aplicação de etil-trinexapac as plantas de eucalipto fossem capazes de acumular mais biomassa do que as testemunhas sem aplicação, demonstrando o aumento no ritmo de crescimento destas plantas. Contudo não se verificou este efeito, devido principalmente as doses aplicadas de etil-trinexapac.

A determinação das doses foi baseada em experimentos anteriormente feitos com o etil-trinexapac por Pires (2013). Contudo, esta determinação foi feita a partir do estabelecimento de uma subdose de 10% da dose recomendada, resultando numa dose de 15,0 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac na qual se acreditava conseguir um efeito estimulante do crescimento das plantas de eucalipto. A partir desta dose outras cinco foram estabelecidas até a menor delas (2,5 g i.a. ha⁻¹) que representa aproximadamente 1,5% da dose recomendada.

Porém, os resultados obtidos demonstram que as doses estabelecidas não foram eficientes na diferenciação dos efeitos do etil-trinexapac, provavelmente em decorrência da amplitude estabelecida.

É preciso estabelecer uma melhor diferenciação das doses de modo a determinar com mais eficácia e precisão quais doses são estimulantes e quais são inibitórias do crescimento e desenvolvimento das plantas de eucalipto e, posteriormente, determinar a melhor dose e modalidade de aplicação do etil-trinexapac.

6.2. Experimento 2

6.2.1. Altura, diâmetro do caule, número de folhas

Para a altura das plantas de eucalipto observa-se que, com exceção das avaliações realizadas aos 7 e 14 DAP, a pulverização foliar foi a modalidade de aplicação que resultou nas melhores médias para esta característica (Tabela 11 e Figura 08). Na Figura 9A, verifica-se que houve efeito de doses e que todas resultaram em valores superiores a testemunha, com destaque para a doses de 30 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac.

Verifica-se também que todas as doses aplicadas via pulverização foliar se diferenciaram da testemunha e proporcionaram incremento em altura nas plantas de eucalipto (Tabela 11), apesar das menores doses (15, 30 e 45 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac) não se diferenciarem entre as modalidades (Figura 9A). O melhor resultado foi proporcionado pela dose de 60 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac que promoveu 13% de aumento na altura das plantas quando comparada com a testemunha (Tabela 12).

Sabe-se que o etil-trinexapac é indicado para a redução do comprimento em altura de cereais de inverno e para a manutenção do crescimento e coloração de gramados (JOHNSON, 1997). A aplicação de doses inferiores a recomendada, principalmente na dose de 60 g i.a. ha⁻¹ via pulverização foliar, resultou em aumento do ritmo de crescimento das plantas de eucalipto (Tabela 12 e Figura 8A).

Este efeito pode ter sido decorrente de uma alteração no balanço hormonal das plantas, com favorecimento da ação da citocinina, ácido abscísico ou auxina, hormônios responsáveis pela sinalização de crescimento e desenvolvimento de nas plantas (TAIZ; ZAIGER, 2013). Como resultado desta alteração, o etil-trinexapac pode ter beneficiado o crescimento em altura das plantas de eucalipto, como o observado neste trabalho.

Para o diâmetro das plantas de eucalipto, observa-se que não houve efeito da interação entre as modalidades de aplicação e as doses de etil-trinexapac aplicadas (Tabela 13). Na Tabela 15 verifica-se também que não houve efeito de doses na avaliação aos 35 DAP e nem diferença de comportamento ao longo do período

experimental (Figura 9B). Contudo, observa-se que houve diferença entre as modalidades de aplicação ao longo do período experimental e que após os 14 DAP o efeito da pulverização foi superior a imersão até o fim das avaliações. O efeito das modalidades pode ser visualizado na Figura 8B.

A aplicação de etil-trinexapac pode ter não resultado em efeitos benéficos ao desenvolvimento em diâmetro do caule devido ação localizada do ingrediente ativo. Como as aplicações foram realizadas nas folhas e raízes, provavelmente o etil-trinexapac e as alterações decorrentes no metabolismo da planta concentraram-se nas regiões meristemáticas, nas quais a atividade hormonal é mais intensa, deixando de agir no crescimento cambial das plantas de eucalipto.

Para o número de folhas, observa-se que houve interação significativa entre as modalidades de aplicação do etil-trinexapac e as doses aplicadas. Verifica-se que as aplicações via pulverização foliar resultaram em incremento desta característica (Tabela 14 e Figura 7C). Verifica-se também que houve efeito das doses e que a dose de 15 g i.a. ha⁻¹ resultou em diferença significativa das doses de 45 e 90 g i.a. ha⁻¹, porém sem se diferenciar da testemunha e das demais doses (Tabela 14). No efeito das doses ao longo do período experimental, visualizado na Figura 8C, observa-se que a partir da avaliação aos 21 DAP, a dose de 15 g i.a. ha⁻¹ resultou em maior valor até a avaliação final.

Na imersão de raízes, fica evidente o efeito de redução no número folhas das plantas de eucalipto causado por algumas doses de etil-trinexapac, em particular pela dose de 90 g i.a. ha⁻¹. Nesta dose verifica-se redução de 54% no número de folhas. Possivelmente, a aplicação de etil-trinexapac através da imersão das raízes, além de reduzir a quantidade de giberelina ativa (ADAMS et al., 1992), tenha ocasionado alteração na sinalização de outros hormônios, como a auxina, ácido abscísico (ABA) e o etileno. Estes hormônios vegetais apresentam ação intensa no processo de senescência foliar (TAIZ; ZAIGER, 2013), resultando em degradação de pigmentos fotossintetizantes, redução da produção de fotoassimilados e a consequente abscisão foliar, que desta maneira, limitaram o crescimento tanto em altura quanto em diâmetro das plantas de eucalipto (Tabela 15).

Deve-se ressaltar que efeito acentuado do etil-trinexapac nesta modalidade de aplicação, pode ter sido decorrente do tempo de permanência das mudas de eucalipto

em contato com a solução. O tempo determinado na metodologia do trabalho, estabeleceu que 30 minutos era tempo suficiente para que a planta absorvesse o ingrediente ativo presente na solução de maneira eficiente.

Contudo, é possível que a aplicação via imersão de raízes tenha proporcionado maior absorção de etil-trinexapac pelo sistema radicular, do que pelas folhas na aplicação via pulverização. Além disso, as folhas constituem barreiras físicas na absorção do ingrediente ativo, enquanto nas raízes a absorção dos componentes da solução é facilitada devido a característica inerente deste órgão vegetal.

A redução de mais de 50% no número de folhas, prejudicou as folhas já presentes e novas emissões, sendo que possivelmente a ação do etil-trinexapac disparou processos de senescência foliar e degradação de pigmentos e consequente morte deste tecido vegetal.

6.2.2. Área foliar, massa seca da parte aérea, raiz e volume radicular

Para a área foliar, verifica-se que as doses aplicadas via pulverização foliar se destacaram e resultaram em melhor desempenho desta característica (Tabela 16). A dose de 15 g i.a.ha⁻¹ de etil-trinexapac resultou em incremento de 36% na área foliar. Apenas a dose de 30 e 90 g i.a. ha⁻¹ não provocaram efeitos significativos quando comparadas com a testemunha, enquanto as demais doses resultaram em efeito benéfico inferior ao obtido na dose de 15 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac (Tabela 17).

Quando se observa os resultados obtidos através da imersão de raízes, é evidente que esta modalidade de aplicação foi prejudicial ao desenvolvimento de folhas e, conseqüentemente, a área foliar do eucalipto. Já a pulverização de etil-trinexapac além de não causar efeitos deletérios promoveu expansão e emissão de novas folhas.

Cabe ressaltar que as plantas de algumas parcelas experimentais apresentaram acúmulo de antocianina na maioria das folhas, bem como necrose e abscisão foliar. A redução no número de folhas e na área foliar decorrentes da aplicação do etil-trinexapac via imersão das raízes evidencia a ação diferenciada do maturador na parte aérea e nas raízes. Pode-se inferir que, assim como nas características anteriores, possivelmente o tempo de imersão também está

relacionado com os resultados observados na área foliar. As plantas tratadas via imersão foliar puderam absorver mais eficientemente o ingrediente ativo na solução e desta forma, as plantas de eucaliptos apresentaram efeitos de fitointoxicação como resultado da ação do etil-trinexapac.

Assim como para o número de folhas, possivelmente a aplicação via imersão de raízes resultou em alteração do balanço de hormônios responsáveis pela senescência foliar (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Para a massa seca da parte área, novamente a aplicação de etil-trinexapac via pulverização foliar resultou em maior acúmulo de biomassa enquanto a imersão de raízes, em todas as doses, resultou em efeito redutor para esta característica (Tabela 16 e 18). Novamente a dose de 15 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac, aplicada via pulverização se destaca das demais, proporcionando incremento na massa seca da parte área de 39% quando comparada com a testemunha (Tabela 18).

De acordo com Koslowski et al. (1991), o crescimento inicial das mudas de eucalipto depende da sua capacidade de realização de fotossíntese e, conseqüentemente, do acúmulo de fotossintetatos, que ocorre em maior parte na porção aérea das plantas. Desta maneira, pode ser que o etil-trinexapac promoveu efeitos benéficos no processo fotossintético.

Posteriormente, os fotossintetatos são translocados para as raízes, que agem como dreno dos carboidratos produzidos pelas folhas. Com o desenvolvimento da parte área beneficiado pela aplicação do maturador, as raízes podem se desenvolver com mais eficiência e promover melhor capacidade de “pegamento” no momento do plantio, maior resistência a estresses bióticos e abióticos e, portanto, resultar em menor mortalidade no momento da implantação.

Além disso, raízes mais desenvolvidas possuem maior capacidade de absorver água e nutrientes, componentes essenciais ao crescimento e estabelecimento das plantas de eucalipto no campo.

Para massa seca de raízes, a pulverização de etil-trinexapac resultou no maior acúmulo de biomassa do que a imersão de raízes e que as doses de 15 e 75 g i.a. ha⁻¹ aplicadas nas folhas promoveram incremento de 37% e 32% respectivamente (Tabela 19). Na modalidade de imersão das raízes, a dose de 90 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac causou redução severa no desenvolvimento das raízes, prejudicando a

absorção de nutrientes e água por estas plantas. Na pulverização foliar, apesar do efeito desta mesma dose não se diferenciar da testemunha, quando comparada com as outras doses e, principalmente com a dose de 15 g i.a. ha⁻¹ verifica-se houve redução no acúmulo de biomassa neste tratamento (Tabela 19).

De acordo com Blakesley (1994), a auxina parece ter importante função na capacidade de desenvolvimento das raízes. O metabolismo da auxina envolve biossíntese, conjugação, transporte e degradação, sendo que, possivelmente, o etil-trinexapac promoveu alterações neste metabolismo de maneira diferenciada nas duas modalidades de aplicação.

Na pulverização foliar, o etil-trinexapac pode ter agido de modo a promover a ação da auxina que, por sua vez, auxiliou o crescimento e desenvolvimento das raízes do eucalipto. Já a aplicação de etil-trinexapac via imersão de raízes, provavelmente em razão do tempo de exposição ao ingrediente ativo na solução, proporcionou alterações na ação hormonal da auxina, resultando em efeitos não benéficos e até prejudiciais (dose de 90 15 g i.a. ha⁻¹) no acúmulo de biomassa pelas raízes.

Para massa seca total, observa-se que, de maneira similar as demais características, a pulverização foliar proporcionou maior acúmulo de biomassa nas plantas de eucalipto (Tabela 16 e 20).

Assim como para área foliar, massa seca da parte área e raiz, a aplicação de 15 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac via pulverização foliar resultou em maior média para massa seca total, com incremento de 38% nesta característica quando comparada com a testemunha (Tabela 20).

Na imersão das raízes, não houve diferenciação entre as doses, com exceção da dose de 90 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac que, novamente, resultou em efeito prejudicial e redutor no acúmulo de biomassa para as plantas de eucalipto, em aproximadamente 35% (Tabela 20).

A massa seca total reflete de maneira geral o desempenho das plantas ao longo do período experimental. Verifica-se que o etil-trinexapac foi capaz de beneficiar o desenvolvimento tanto da parte área, quanto das raízes das plantas de eucalipto, principalmente na dose de 15 g i.a. ha⁻¹, enquanto a imersão das raízes, além de não produzir incrementos significativos, proporcionou as maiores reduções no desenvolvimento das plantas com a dose de 90 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac.

Para o volume radicular, a imersão das raízes se mostrou mais prejudicial do que para as demais características, na qual não só a dose de 90 g i.a. ha⁻¹ resultou em restrição acentuada do desenvolvimento radicular em mais de 50%, mas também as doses de 45, 60 e 70 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac foram responsáveis por reduções de 36%, 38% e 36%, respectivamente, no volume radicular das plantas quando comparadas com a testemunha (Tabela 21).

De acordo com Liu e Latimer (1995), Robbins e Pharr (1988) e van Iersel (1997), a restrição do desenvolvimento radicular está relacionada com a redução do crescimento de ramos laterais, altura e diâmetro do caule. Já que as raízes são responsáveis pela absorção de nutrientes do solo, além de constituírem local de biossíntese de hormônios envolvidos com o crescimento da planta, como a citocinina (LETHAM; PALNI, 1983)

Já para a pulverização foliar, não houve diferença entre as doses aplicadas apesar de mais uma vez a dose de 15 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac resultar na maior média para esta característica (Tabela 21).

A partir dos resultados obtidos nas modalidades de aplicação para as características massa seca da parte aérea, de raízes, total e volume radicular, foi possível observar que, assim como para as outras características já citadas, os efeitos das doses aplicadas via pulverização foram superiores aos aplicados via imersão de raízes (Tabela 16).

De acordo com Rademacher (2000), mesmo com o longo e intensivo processo de seleção e registro dos reguladores vegetais comerciais, existe efeitos não previstos em decorrência da sua aplicação, como o favorecimento do desenvolvimento e crescimento das plantas, bem como um efeito de neutralidade, sem promover ou inibir nenhum processo das plantas tratadas.

Na aplicação realizada via imersão de raízes, o etil-trinexapac pode ter causado a restrição do desenvolvimento da parte aérea como um reflexo do efeito negativo causado nas raízes. Todavia, cabe ressaltar que o tempo de imersão pode ter influenciado na resposta negativa apresentada pelas plantas, assim como o fato do produto poder ter ficado adsorvido ao substrato e ser liberado e absorvido gradativamente no decorrer do crescimento das mudas.

As doses aplicadas via pulverização foliar são absorvidas diferentemente das doses aplicadas via imersão de raízes, já que a folha se constitui como uma barreira para a entrada do etil-trinexapac e, conseqüentemente, diminui sua translocação pela planta.

A pulverização de etil-trinexapac, principalmente na dose de 15 g i.a. ha⁻¹, resultou em melhor desempenho das plantas de eucalipto. Segundo Fletcher et al. (1999), este incremento no desenvolvimento das plantas pode ocorrer já que após aplicação de reguladores vegetais, os fotoassimilados são translocados para as raízes, principal produtor de citocininas. Como resultado do estímulo de crescimento das raízes devido a maior disponibilidade de fotossintatos, pode ocorrer aumento da formação de citocinina que por sua vez será transportada para a parte aérea estimulando o crescimento.

Os valores médios para as características apresentadas pelas mudas de eucalipto em função das doses de etil-trinexapac aplicadas sugerem um possível efeito hormético para as doses de 15 e 30 g i.a. ha⁻¹ para os tratamentos aplicados via pulverização foliar.

De acordo com Calabrese e Baldwin (2001), a “hormesis” tem sido encontrada em todos os grupos de organismos, desde bactérias e fungos até plantas e animais superiores. Ainda segundo Calabrese e Baldwin (2002) e Stebbing (1998), é possível afirmar que o efeito hormético representa uma resposta adaptativa baseada na evolução para o rompimento ambientalmente induzido da homeostase. Ou seja, a aplicação de etil-trinexapac constitui um estresse que alterando o metabolismo e ou ações hormonais no vegetal, tem como resultado o estímulo de crescimento ou desenvolvimento de determinadas características nas plantas.

6.3. Experimento 3

6.3.1. Altura e diâmetro do caule

Verificou-se que para a altura e diâmetro do caule das plantas de eucalipto, o etil-trinexapac não resultou em interação significativa em entre os fatores (aplicação pré-plantio e aplicações sequenciais) (Tabela 22 e 23). Observa-se também que não

houve efeito das diferentes combinações de aplicação no tempo de etil-trinexapac, assim como também não houve diferença na aplicação pré-plantio (Tabela 22 e 23).

Este comportamento das plantas no campo pode ser explicado devido a rápida metabolização do etil-trinexapac pelas plantas, e também pelo efeito rápido e pouco duradouro da pulverização do produto. Salgado (2007) observou que plantas de eucalipto tratadas com glyphosate também resultaram em efeito diferenciado em experimentos realizados em ambientes controlados e no campo.

O desenvolvimento das plantas no campo envolve diversos fatores que dificilmente são controlados, enquanto no ambiente de casa de vegetação ou com condições semi-controladas, como é o caso deste trabalho, pode ser controlado de maneira mais eficiente e as alterações em decorrência da aplicação das doses visualizada e avaliada mais rápida e facilmente.

6.3.2. Área foliar, massa seca de folhas e caule

Os resultados da área foliar, massa seca de folhas e caule são semelhantes aos da altura e diâmetro das plantas. Verifica-se que não houve interação significativa entre os fatores e tão pouco efeito isolados da aplicação pré-plantio e das aplicações sequencias (Tabela 24).

Esperava-se que em decorrência das aplicações de etil-trinexapac, assim como nos experimentos realizados nos vasos em ambiente semi-controlados, as plantas de eucalipto apresentassem alteração no ritmo de crescimento e na atividade de acúmulo de biomassa. Contudo, a dose de 15 g i.a. ha⁻¹ aplicada via pulverização foliar não foi capaz que resultar em diferenciação para a testemunha. Entretanto, observa-se que a aplicação sequencial de 4+6 meses proporcionou valores superiores para as características em todas avaliações com aumento de 14% na área foliar, 10% na massa seca de folhas e na massa seca de caule (Tabela 24).

7. CONCLUSÕES

- a) Existem diferenças entre os efeitos das modalidades de aplicação, nas quais a pulverização proporcionou resultados mais rápidos e de curta duração, enquanto a imersão de raízes, por 30 minutos, produziu efeitos de maior duração e intensidade nas características avaliadas;
- b) É possível que o tempo de imersão das plantas tenha resultado em maior absorção do etil-trinexapac pelas plantas tratadas nesta modalidade e, conseqüente, os resultados obtidos pela imersão tenham sido mais acentuados devido a este processo;
- c) As doses de etil-trinexapac utilizadas no experimento 1 não foram suficientes para a determinação de doses promotoras e inibidoras do desenvolvimento das plantas de eucalipto;
- d) No experimento 2, a dose de 15 g i.a. ha⁻¹ via pulverização foliar e de 30 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac via imersão de raízes, por 30 minutos, resultaram em efeito hormético no crescimento de *Eucalyptus urograndis* GG 100,
- e) A partir da dose 45 g i.a. ha⁻¹ o efeito da imersão passou a ser prejudicial às plantas, destacando que a dose de 90 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac que apresentou efeito inibidor do crescimento para ambas as modalidades de aplicação.
- f) No experimento 3, realizado no campo, aplicação da dose de 15 g i.a. ha⁻¹ de etil-trinexapac via pulverização foliar não resultou em efeitos promotores e/ou inibidores das características avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF, Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas: **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2012. Brasília, 142p. 2013.

ADAMS, R. et al. Studies on the action of the new growth retardant CGA 163935 (cimectacarb). In: KARSEN, C. M.; van LOON, L. C.; VREUGDENHIL, D. (Eds). Progress in plant growth regulation. **Dordrecht: Kluwer Academic**, p. 818-827, 1992.

ALFENAS, A. C. **Clonagem e Doenças do Eucalipto**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, p. 21-24. 2009.

AMREIN, J.; RUFENER, M.; QUADRANTI, M. The use of CGA 163'935 as a growth regulator in cereals and oilseed rape. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE – WEEDS, 1989, Switzerland. **Proceedings...** Switzerland: Ciba Geigy, 1989. p. 2-12.

BLAKESLEY, D. 1994. Auxin metabolism and adventitious root initiation. *In* Biology of Adventitious Root Formation. Eds. T.D. Davis and B.E. Haissig. **Basic Life Sciences** 62, Plenum Press, New York, pp 143–154.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), **Projeto Genolyptus**. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/especial/genolyptus4.htm>>, Acesso em: 17 mai. 2014.

CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. Hormesis: a generalizable and unifying hypothesis. **Critical Reviews in Toxicology**, v.31, 353–424, 2001.

CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. Defining hormesis. **Human Experimental Toxicology**, v.21, 91–97, 2002.

CALABRESE, E.J. & BLAIN, R. The occurrence of hormetic dose responses in the toxicological literature, the hormesis database: and overview. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 202, 289-301, 2005.

CAMPOS, F. S. **Uso de lodo de esgoto na reestruturação de um Latossolo Vermelho degradado**. 2006. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2006.

CARBONARI, C.A.; MESCHEDE, D.K.; VELINI, E.D. Efeitos da aplicação de glyphosate no crescimento inicial de mudas de eucalipto submetidas a dois níveis de adubação fosfatada. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 2007, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2007. v.1. 342p. p.68-70.

CEDERGREEN, N. et al. The occurrence of hormesis in plants and algae. **Dose–Response** v.5, n.2, p.150-162, 2007.

CEDERGREEN, N. Herbicides can stimulate plant growth. **Weed Research**, v.48, n.5, p.429-438, 2008.

DAVIES. P. J. Plant hormones physiology biochemistry and molecular biology. 2.ed. Netherlands: **Klumer Academic Publishes**, 823 p. 1995.

DOWNES, G.M., HUDSON, I.L., RAYMOND, C.A., DEAN, G.H., MICHELL, A.J., SCHIMLECK, L.S., EVANS, R., MUNERI, A. Sampling plantation eucalypts for wood and fibre properties. **CSIRO**, Melbourne, Australia, 1997.

DUKE, S.O.; CEDERGREEN, N.; VELINI, E.D.; BELZ, R.G. Hormesis: is it an important factor in herbicide use and allelopathy? **Outlooks Pest Management**, v.17, n.1, p.29-33, 2006.

EMBRAPA. **Cultivo do Eucalipto**. Embrapa Florestas. Sistemas de Produção, 4 ISSN 1678-8281 Versão Eletrônica Ago./2003 <<http://www.cnpf.embrapa.br/>>. Acesso em: março 2013.

FAGERNESS, M. J.; PENNER, D. Spray application parameters that influence the growth inhibiting effects of trinexapac-ethyl. **Crop Sci.**, v. 38, p. 1028-1035, 1998.

FERREIRA, M. Escolha de espécies de eucalipto. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 47, p. 1-30, 1993.

FLETCHER, R.A.; GILLEY, A.; SANKHLA N.; DAVIS T.D. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. **Hortic. Rev.** 23:55–138, 1999.

FLYNN, R. Eucalyptus: progress in higher value utilization - a global review. Washington: R. **Flynn & Associates and Economic Forestry Associates**, 212 p. 1999.

FORBES, V.E. Is hormesis an evolutionary expectation? **Functional Ecology** 14, 12–24, 2000.

GARCIA, C.; MORA, A. A Cultura do eucalipto no Brasil, São Paulo: **Sociedade Brasileira de Silvicultura**, 112 p. 2000.

GODOY, M.C. **Efeitos do glyphosate sobre o crescimento e absorção de fósforo pela soja**. 2007. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP - Campus de Botucatu, 2007.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In. GONÇALVES, J. L. M. et al. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000.

GONÇALVES, J. L. M. Principais solos usados para plantações florestais. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. P.1-45.

HECKMAN, N. L. et al. Influence of trinexapac-ethyl on respiration of isolated wheat mitochondria. **Crop Sci.**, v. 42, p. 423-427, 2002.

KOROL, L.; KLEIN, J.D. Profiles of trinexpac-ethyl - and ABA – induced heat-stable proteins in embrionic axes of wheat seeds. **Euphytica** v. 126, p.77-81. 2002.

KOZLOWSKI, T.T.; P.J. KRAMER; S.G. PALLARDY. The physiological ecology of woody plants. **Academic Press**, San Diego, pp 303–337, 1991.

ISMAIL, M.R.; NOOR, K.M. Growth, water relations and physiological processes of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) plants under root growth restriction. **Scientia Hort.** V. 66, p. 51-58, 1996.

JOHNSON, B. J. Growth of ‘Tifway’ bermudagrass following application of nitrogen and iron with trinexapacethyl. **Hotscience**, v. 32, n. 2, p. 241-242, 1997.

LAMAS, F. M. Reguladores de crescimento. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Agropecuária Oeste. **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados, p. 238-244, 2001.

LETHAM, D. S.; PALNI L. M. S. The biosynthesis and metabolism of cytokinins. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 34, p. 163-197, 1983.

LIU, A.; LATIMER, J. G. Water relations and abscisic acid levels of watermelon as affected by rooting volume restriction. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 46, n. 289, p. 1011-1015, 1995.

MAXSON, K.L.; JONES, A.L. Management of fire blight with gibberellin inhibitors and sar inducers. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.590, p.217-223, 2002.

MCKEE, I.F.; LONG, S. P. Plant growth regulators control ozone damage to wheat yield. **New Phytologist** v. 152, p. 41-51. 2001.

NAKAYAMA, K. et al. Effects of a plant-growth regulator, prohexadione, on the biosynthesis of gibberellins in cell-free systems derived from immature seeds. **Plant Cell Physiol.**, v. 31, p. 1183-1190, 1990.

NAQVI, S. S. M. Plant growth hormones: growth promoters and inhibitors. In: PESSARAKLI, M. **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, 1994. p.527-556.

NELSON, A.; RENNER, K.A.; HAMMERSCHMIDT, R. Effects of protoporphyrinogen oxidase inhibitors on soybean (*Glycine max L.*) response, *Sclerotinia sclerotiorum* disease development, and phytoalexin production by soybean. **Weed Technology**, v.16, p.353-359, 2002.

NESMITH, D.S. Influence of root restriction on two cultivars of summer squash (*Curcubita pepo L.*) **J. Plant Nutrition**, v. 16, p. 421-431. 1993.

NEVES, D. C. et al. Hormese no crescimento do algodoeiro por subdoses de glifosato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p.915-922.

PALANGANA, F. C. **Ação conjunta de citocinina, giberelina e auxina em pimenteiro (*capsicum annuum* L.) enxertado e não enxertado sob cultivo protegido**. 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Botucatu, 2011.

PARSONS, P.A. Metabolic efficiency in response to environmental agents predicts hormesis and invalidates the linear no-threshold premise: ionizing radiation as a case study. **Critical Reviews in Toxicology** v. 33, 443–449, 2003.

PIRES, R., PEREIRA, F.C.M, NEPOMUCENO, M.P., ALVES, P.L.C.A. Effects of the simulated drift of ripeners on *Eucalyptus urograndis*. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 12, p. 78-86, 2013.

PULVER, E. L; RIES, S. K. Action of simazine in increasing plant protein content. **Weed Science**, Ithaca, v.21, p.233-237, 1973.

QIAN, Y.L.; ENEGELKE, M.C. Influence of trinexpac-ethyl on diamond zoysiagrass in a shade environment. **Crop Science** v. 39, p. 202–208. 1999.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on giberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology** v. 51, p. 501-531. 2000.

RAJALA, A.; SAINIO-PELTONEN, P.; ONNELA, M.; JACKSON, M. Effects of applying stem-growth regulators to leaves on root elongation by seedlings of wheat, oat and barley: mediation by ethilene. **Plant Growth Regulation** v. 38, p. 51-59. 2002.

RIES, S. K.; CHMIEL, H.; DILLEY D.R.; FILNER, P. Increase in nitrate reductase activity and protein content of plants treated with simazine. **Proceedings of National Academy of Science USA**, v.58, p.526-532, 1967.

ROBBINS, N. S.; PHARR, D. M. Effect of restricted root growth on carbohydrate metabolism and whole plant growth of *Cucumis sativus* L. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 87, p. 409-413, 1988.

SARKAR, S.; PERRAS, M.R.; FALK, D.E.; ZHANG, R.; PHARIS, R.P.; Fletcher, A. Relationships between gibberelins, height and stress in barley (*Hordeum vulgare* L.) seedlings. **Plant Growth Regulation** v. 42, p. 125-135. 2004.

SOUTHAM, C.M. & ERLICH, J. Effects of extract of western red-cedar heartwood on certain wood-decaying fungi in culture. **Phytopathology** 33, 517–524, 1943.

SALGADO, T. P. **Efeito do Glyphosate no crescimento, produção e qualidade da madeira do eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*)**. 2010. v, 73f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010.

STEBBING, A.R.D. A theory for growth hormesis. **Mutation Research** 403, 249–258, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

WEILER, E. W.; ADAMS, R. Studies on the action of the new growth retardant CGA 163'935. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE – WEEDS, 1991, Switzerland. **Proceedings...** Switzerland: Ciba Geigy, 1991. p. 1133-1138.

WIEDMAN, S. J.; APPLEBY, A.P. Plant growth stimulation by sublethal concentrations of herbicides. **Weed Research**, Oxford, v.12, p.65-74, 1972.

VAN IERSEL, M. Root restriction effects on growth and development of salvia (Salvia splendens). **HortScience**, Alexandria, v 32, n. 7, p. 1186-1190, 1997.

VAN STADEN, L.L.; JÄGER, A.K. Effects of plant growth regulators on the antioxidant system in seedlings of two maize cultivars subjected to water stress. **Plant Growth Regulation** v. 25, p. 81–87, 1998.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de estimulante no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. Piracicaba: USP, Departamento de Ciências Biológicas, 2002.

VELINI, E.D. et al. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest Management Science**, v.64, n.2, p.489-496, 2008.

VELINI, E.D. et al. Growth Regulation and Other Secondary Effects of Herbicides. **Weed Science**, v.58, n.3, p.351-354. 2010.