

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E  
DOSES DE ADUBAÇÃO DE COBERTURA NA CULTURA  
DO EUCALIPTO**

**Fernanda Campos Mastrotti Pereira**

Engenheira Agrônoma

**JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL**

**2012**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**

**MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E  
DOSES DE ADUBAÇÃO DE COBERTURA NA CULTURA  
DO EUCALIPTO**

**Fernanda Campos Mastrotti Pereira**

**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).

**JABOTICABAL - SP - BRASIL**

**Maio de 2012**

Pereira, Fernanda Campos Mastrotti

67f Métodos de controle de plantas daninhas e níveis de adubação de cobertura na cultura do eucalipto / Fernanda Campos Mastrotti Pereira. -- Jaboticabal, 2012

x, 67 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012

Orientador: Pedro Luis da Costa Aguiar Alves

Banca examinadora: Rinaldo Cesar de Paula, Pedro Jacob Chistoffoleti

Bibliografia

1. Planta daninha - interferência. 2. *Eucalyptus urograndis*.
3. Herbicidas. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.5:434m

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**FERNANDA CAMPOS MASTROTTI PEREIRA** – nascida em São Caetano do Sul, Estado de São Paulo, Brasil, aos 20 de outubro de 1986. Graduiu-se Engenheira Agrônoma pelo Câmpus Experimental de Registro da Universidade Estadual Paulista (UNESP), no ano de 2009. Desde 2008 atua em pesquisa na área da Ciência das Plantas Daninhas, principalmente em interferência e manejo de plantas daninhas. Nos últimos anos tem participado de eventos científicos nacionais e internacionais na sua área de atuação, bem como da organização de eventos nacionais. A autora também publicou artigos científicos e ministrou palestras para estudantes de agronomia.

“A vida não é um corredor tranquilo, que nós percorremos livres e sem empecilhos,  
a vida é um labirinto de passagens,  
pelos quais nós devemos procurar nossos caminhos,  
perdidos e confusos, de vez em quando presos em um beco sem saída.

Porém, se tivermos fé, uma porta sempre será aberta para nós,  
talvez não aquela sobre a qual nós sempre sonhamos,  
mas aquela que definitivamente se revelará boa para nós.”

A. J. Croni

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me colocar no lugar certo e na hora certa;

Aos meus pais, Sueli e Gerson, que sempre me apoiaram e me incentivaram a buscar meus ideais, por me darem suporte e principalmente, por me ensinarem valores que levarei para sempre. Agradeço todos os dias por tê-los em minha vida;

Ao Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves por aceitar ser meu orientador e me auxiliar e apoiar durante todo o mestrado;

À Fapesp, pela concessão da bolsa de estudos;

Aos amigos que me ajudaram em algum momento na realização da dissertação:  
Carita, Mariluce, Martins, Micheli e Paulo;

Aos companheiros do departamento (LAPDA), por todos os bons momentos:  
Juliano, Leonardo, Mariana e Willians;

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, pela oportunidade de realizar o Mestrado;

Aos membros das bancas da qualificação e defesa, os professores Rinaldo Cesar de Paula e Robinson Antonio Pitelli, da FCAV/UNESP, e Pedro Jacob Christoffoleti, da ESALQ/USP, pelas correções e sugestões;

A empresa Suzano Papel e Celulose, por me auxiliar em todas as etapas do desenvolvimento deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. A cultura do eucalipto no Brasil .....	3
2.2. A interferência das plantas daninhas na cultura do eucalipto.....	5
2.3. O controle químico das plantas daninhas .....	8
2.4. O herbicida isoxaflutole .....	9
2.5. O herbicida glyphosate .....	11
2.6. A adubação na cultura do eucalipto .....	13
2.7. Interação entre plantas daninhas e adubação.....	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	18
3.1. Caracterização da área experimental .....	18
3.2. Levantamento histórico preliminar da área .....	18
3.3. Amostragem do solo e plano de fertilização .....	18
3.4. Preparo da área, plantio e adubação de plantio .....	19
3.5. Disposição do experimento em campo .....	21
3.6. Aplicação dos herbicidas .....	22
3.7. Aplicação das adubações de cobertura .....	23
3.8. Coleta de dados .....	23
3.9. Determinação de macro e micronutrientes no solo .....	24
3.10. Determinação de macro e micronutrientes nas folhas .....	25
3.11. Análise estatística .....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
4.1. Controle das plantas daninhas pelos herbicidas .....	27
4.2. Efeito dos tratamentos na altura, diâmetro a altura do colo, diâmetro a altura do peito, área foliar e massa seca das plantas de eucalipto .....	32
4.3. Efeito dos tratamentos nos teores de nutrientes no solo .....	42
4.4. Efeito dos tratamentos nos teores de nutrientes nas folhas .....	42

4.5. Análise de correspondência canônica .....	48
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
6. CONCLUSÕES .....	53
7. REFERÊNCIAS .....	54
Anexos.....	62

## MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E DOSES DE ADUBAÇÃO DE COBERTURA NA CULTURA DO EUCALIPTO

**RESUMO:** Diante da crescente necessidade de realização de boas técnicas de manejo florestal, foi conduzido um experimento com o objetivo de avaliar a possível interação entre o controle de plantas daninhas e doses de adubação de cobertura no crescimento de plantas de eucalipto. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5x3, constituído de cinco situações de controle das plantas daninhas (testemunha “no mato”; testemunha “limpa”; isoxaflutole; glyphosate; isoxaflutole + glyphosate) e três doses de adubação de cobertura (0,5 X; X; 1,5 X, no qual X correspondeu à dose recomendada para adubação da cultura). Análises dos teores de nutrientes do solo foram realizadas um mês após cada adubação, e a diagnose dos teores nutricionais das folhas aos 120, 240 e 300 dias após o plantio. Altura e diâmetros do caule a 10 cm do solo foram medidos mensalmente até os 180 dias após o plantio. Aos 300 DAP, além da altura das plantas e do diâmetro do caule a 10 cm do solo, foi determinado o diâmetro do caule a altura do peito, a área foliar, a massa seca de folhas, caule e ramos. A área foliar, a massa seca de folhas e a massa seca de caule foram às características mais sensíveis à interferência das plantas daninhas aos 300 dias após o plantio. Quando em convivência com as plantas daninhas, as doses de adubação de cobertura não promoveram alterações significativas nas características avaliadas. Já nos tratamentos que ficaram livres da convivência com as plantas daninhas por todo o período avaliado ou por grande parte dele, a maior dose de adubação de cobertura foi responsável pelos maiores valores de massa seca de folhas e caule, bem como para o diâmetro a altura do peito. As doses de adubação não promoveram alterações para as características altura, diâmetro a altura do solo e área foliar, mesmo quando livres da convivência com as plantas daninhas.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus urograndis*, glyphosate, interferência, isoxaflutole

## WEED CONTROL METHODS AND TOP DRESSING FERTILIZER APPLICATION IN THE EUCALYPTUS CROP

**SUMMARY:** Because the growing need for achievement of good forest management techniques, an experiment was conducted to evaluate the possible interaction between weed control methods and top dressing fertilizer in the eucalyptus crop. The treatments were arranged in a 5x3 factorial design, consisting of five weed control methods (“weeded” control; “weed free” control; isoxaflutole; glyphosate; isoxaflutole + glyphosate) and three levels of top dressing fertilizer (0.5X; X; 1.5X, where X corresponds to the recommended dose for crop fertilization). Analysis of level soil nutrients were performed one month after each fertilization, and leaves nutritional analysis were performed at 120, 240 and 300 days after planting. Height and 10 cm of soil stem diameter were measured monthly up to 180 days after planting. At 300 days after planting was determined the plant height, 10 cm of soil stem diameter, diameter at breast height, leaf area, dry mass of leaves and dry mass of stems. The weight, leaf area and leaves and stems dry mass were the more sensitive characteristics at 300 days after planting. When in coexistence with the weeds, the levels of top dressing fertilization did not promote significant changes in the characteristics. Since the treatments that were weeds free throughout the study period or major portion thereof, the highest dose was responsible for the higher values of dry mass of leaves and stems, as well as the height diameter breast. The fertilization rates did not cause changes in the characteristics height, diameter and leaf area, even when free from living with weeds.

**Keywords:** *Eucalyptus urograndis*, glyphosate, interference, isoxaflutole

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a cultura do eucalipto está em constante expansão territorial e anualmente tem sua produtividade média ponderada incrementada, se destacando como a principal espécie fornecedora de madeira e celulose, inclusive no mercado internacional. Esse fato pode ser atribuído ao melhoramento genético e a adoção de boas técnicas de manejo florestal, como maiores investimentos no controle de plantas daninhas e na adubação da cultura.

Assim como outras culturas, o eucalipto pode ser influenciado negativamente pela presença das plantas daninhas que crescem e se desenvolvem nas áreas cultivadas. A ausência de controle ou mesmo o manejo inadequado das plantas daninhas, principalmente nos estádios iniciais da cultura, pode acarretar em perdas. Entre os efeitos da competição das plantas daninhas com a cultura do eucalipto está a diminuição da produtividade, que pode ser observada pela redução de variáveis como o diâmetro do caule e a altura das plantas. Plantas de eucalipto que cresceram em convivência com a comunidade infestante, durante 364 dias, apresentaram reduções de 71 e 68% no diâmetro médio e na altura, respectivamente, em relação a plantas de eucalipto que cresceram livres da interferência das plantas daninhas (TOLEDO et al., 2000a).

Para o controle das plantas daninhas, a estratégia mais utilizada, devido a menor exigência de mão-de-obra e a grande eficácia, tem sido a aplicação de herbicidas. O controle das plantas daninhas, juntamente com os programas de melhoramento genético conduzidos por muitos anos e as melhorias no manejo geral da cultura tem justificado os elevados índices de produtividade alcançados no Brasil. Além do controle das plantas daninhas, a adubação tem proporcionado resultados bastante expressivos no incremento da produtividade dessa cultura.

A adubação, dentre outras práticas culturais, é fundamental para a produção de mudas de boa qualidade, para o bom estabelecimento das plantas em campo e para que as florestas alcancem níveis desejados de crescimento e produtividade. Mesmo conhecendo sua baixa exigência nutricional – devido a

grande capacidade de absorção e de translocação de nutrientes - a adubação é essencial para a reposição dos nutrientes extraídos do solo, fundamentais ao desenvolvimento dessas plantas.

BRENDOLAN et al. (2000) avaliando o efeito da nutrição (solução completa com N, P e K; solução com apenas N ou P ou K e solução com ausência de N ou P ou K), da competição intraespecífica (eucalipto x eucalipto e braquiária x braquiária) e da competição interespecífica (eucalipto x braquiária) aos 60 dias de convivência, concluíram que a nutrição não foi um fator limitante ao crescimento das plantas da eucalipto. Quando as plantas foram nutridas com solução completa ou deficiente em K, os efeitos deletérios da interferência intraespecífica sobre o crescimento do eucalipto, particularmente área foliar e raízes, foram mais acentuados do que os da interespecífica. No entanto, quando a nutrição mineral passou a ser um fator limitante ao crescimento das plantas, não foram constatados efeito das interferências.

A fertilidade natural dos solos é alterada através das adubações, promovendo o maior crescimento da cultura, e reduzindo sua susceptibilidade à interferência das plantas daninhas. No entanto, a adubação também poderá alterar o comportamento das plantas daninhas, que podem apresentar um crescimento mais intenso, tornando-se mais competitiva para a cultura (PITELLI, 1987).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a possível interação existente entre métodos de controle de plantas daninhas e doses de adubação de cobertura no crescimento inicial da cultura do eucalipto.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A cultura do eucalipto

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae, que atualmente conta com cerca de 900 espécies, caracterizadas por possuir uma grande plasticidade e uma ampla dispersão mundial, crescendo satisfatoriamente em diferentes situações edafoclimáticas, muitas vezes bastante distintas das condições de seus centros de origem.

Naturalmente, o eucalipto (*Eucalyptus* spp.) ocorre na Austrália, Indonésia e nas ilhas Flores, Alor e Wetar (SANTOS et al., 2001). No entanto, é difícil determinar com segurança a data da introdução do eucalipto no Brasil. Presume-se que as primeiras árvores tenham sido plantadas por Frederico de Albuquerque, em 1868, no Rio Grande do Sul (SAMPAIO, 1961).

Contudo, os primeiros reflorestamentos experimentais no Brasil foram instalados pelo agrônomo Edmundo Navarro de Andrade, em 1904, no Horto de Jundiaí (SAMPAIO, 1961). Em 1965 foi implementada a lei dos incentivos fiscais ao reflorestamento, e a partir dessa data, a área de plantio de eucalipto no Brasil, que na época era de 500 mil hectares, passou por um grande processo de expansão.

O processo de clonagem do eucalipto a partir de árvores adultas teve início na década de 70 na região de Coff's Harbour, na Austrália. A técnica utilizada nos primeiros processos de clonagem era o enraizamento de estacas obtidas de brotações colhidas no campo ou provenientes de mudas (ALFENAS et al., 2004). Ainda segundo este autor, a técnica de clonagem foi fundamental para o sucesso do cultivo do eucalipto em regiões quentes e úmidas, normalmente mais favoráveis à incidência de doenças. Assim, a clonagem possibilitou um grande impulso no setor florestal brasileiro, permitindo a formação de plantios homogêneos, resistentes a doenças e de alta produtividade.

Atualmente, o eucalipto é cultivado para os mais diversos fins, tais como papel, celulose, lenha, carvão, aglomerados, serraria, óleos para indústrias farmacêuticas, mel, ornamentação, quebra-vento, entre outros.

No Brasil o eucalipto é a principal espécie fornecedora de madeira e celulose. Com uma área plantada, em 2010, de 4,7 milhões de hectares, foi responsável pela produção de 14,1 milhões de toneladas de celulose e 5,8 milhões de toneladas de gusa e/ou carvão vegetal (ABRAF, 2011). Do total de celulose produzido, 8,8 milhões de toneladas foram exportadas, demonstrando a importância da cultura também no mercado internacional.

Dentre os estados com maiores áreas cultivadas estão Minas Gerais, São Paulo e Paraná, e entre aqueles com maiores índices de crescimento em área, Mato Grosso do Sul, Maranhão e Tocantins se destacam (ABRAF, 2011). Ainda segundo a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF (2011), a produtividade média ponderada, que em 2005 havia sido de  $36,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , alcançou  $41,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  em 2010. Esse incremento pode ser atribuído ao melhoramento genético e a adoção de boas técnicas de manejo florestal (STAPE et al., 2004), como por exemplo, maiores investimentos no controle de plantas daninhas e na adubação da cultura.

Após uma desaceleração no crescimento do setor florestal devido à crise mundial, os últimos dois anos estão sendo marcados pela retomada do consumo dos produtos florestais e investimentos no setor. Atualmente, o Brasil possui a maior produtividade do mundo e para garantir a expressão do teto produtivo dos materiais genéticos de eucalipto, suprir a demanda de consumo e consolidar o avanço do setor, um bom manejo das plantas daninhas e da adubação deve ser realizado.

## **2.2. A interferência das plantas daninhas na cultura do eucalipto**

As culturas florestais, como qualquer outra população vegetal, estão sujeitas a uma série de fatores ecológicos que, direta ou indiretamente, podem afetar o crescimento das árvores e a produção de madeira, carvão, celulose e outros produtos. Estes fatores podem ser abióticos - disponibilidade de água, nutrientes, pH do solo, luminosidade, e/ou bióticos - competição, comensalismo, predação e outros (PITELLI & MARCHI, 1991).

O termo interferência se refere ao conjunto de ações que uma determinada cultura recebe em decorrência da presença das plantas daninhas em um ambiente (PITELLI, 1987). O grau de interferência é dependente das manifestações de fatores ligados à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), à cultura (espécie ou clone, espaçamento e densidade de plantio) e à época e extensão do período de convivência. Contudo, o grau de interferência pode ainda ser alterado pelas condições climáticas, edáficas e pelos tratamentos culturais empregados na área (PITELLI, 1987).

Assim, dentre os vários fatores limitantes do crescimento de uma cultura, a interferência das plantas daninhas tem destaque, justificando a preocupação com seu manejo. Apesar de possuir rápido crescimento inicial e apresentar boa competitividade quanto a seu estabelecimento no campo, a cultura do eucalipto é altamente sensível à competição, principalmente na fase de implantação do povoamento e particularmente diante de espécies com rápido crescimento e grande capacidade de colonização, como as gramíneas.

Assim, a ausência de controle ou o manejo inadequado das plantas daninhas, nos estádios iniciais da cultura, pode implicar em perdas da produtividade florestal. Segundo PITELLI & MARCHI (1991), a interferência imposta pelas plantas daninhas é mais severa na fase inicial de crescimento do eucalipto, ou seja, do plantio até cerca de um ano de idade. Assim, o manejo das plantas daninhas deve ser realizado nas fases de maior interferência, que podem

variar com o material plantado, a região cultivada, a comunidade infestante, entre outros.

PITELLI & DURIGAN (1984) denominaram como período anterior à interferência (PAI) o período a partir do plantio durante o qual a cultura pode conviver com as plantas daninhas sem que ocorram reduções na sua produtividade. Os autores ainda denominaram período total de prevenção à interferência (PTPI) o período durante o qual as plantas daninhas devem ser controladas para que a cultura possa manifestar plenamente seu potencial produtivo. Quando o PTPI é mais longo que o PAI, define-se um intervalo delimitado por ambos, que é denominado período crítico de prevenção de interferência (PCPI), que representa o período pelo qual a cultura deve ser mantida livre da convivência com as plantas daninhas.

Avaliando os períodos de interferência na cultura do eucalipto, TOLEDO (1998) concluiu que plantas jovens de *Eucalyptus urograndis* convivendo principalmente com *Brachiaria decumbens* apresentaram período anterior à interferência (PAI) inferior a 14-28 dias. Já o período total de prevenção à interferência (PTPI) foi de 196 dias, sendo o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) de 14-28 aos 196 dias após o transplante.

Uma comunidade infestante composta basicamente por *Brachiaria decumbens*, *Spermacoce latifolia* e *Cyperus rotundus* interferiu negativamente sobre o crescimento de *E. grandis*, resultando em um PTPI entre 180 e 210 dias. A convivência com as plantas daninhas anteriormente citadas ocasionou reduções de 2 a 5% no volume de madeira aos 50 meses após o plantio (TOLEDO, 2002).

Dentre as principais espécies infestantes das áreas florestais, a ocorrência bastante frequente de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* tem se destacado (TOLEDO et al., 2001; DINARDO et al., 2003). Estas se tornaram plantas daninhas importantes devido à exploração de antigas pastagens pelas empresas reflorestadoras, principalmente nos estados de Minas Gerais e São Paulo. Aliado a isso, existem características intrínsecas da *Brachiaria decumbens*,

como sua elevada agressividade e seu difícil controle, que dificultam o manejo dessa planta daninha (TOLEDO et al., 1999).

De acordo com TOLEDO et al. (2001) e DINARDO et al. (2003), as plantas de eucalipto na fase inicial de desenvolvimento são bastante afetadas pela competição imposta, respectivamente, por plantas de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* a partir de densidades correspondentes a quatro plantas.m<sup>-2</sup>.

COSTA (2004) constatou que a densidade crítica de interferência de erva-queente (*Spermacoce latifolia*) sobre mudas de eucalipto variou entre oito plantas.m<sup>-2</sup> no verão e quatro plantas.m<sup>-2</sup> no inverno, enquanto para a trapoeraba (*Commelina benghalensis*) a densidade crítica foi de 4 plantas.m<sup>-2</sup> em ambas as épocas.

BEZUTTE et al. (1995) também observaram que densidades a partir de quatro plantas.m<sup>-2</sup> de *Brachiaria decumbens* interferiram negativamente no crescimento inicial do eucalipto, reduzindo, em média, 27% o diâmetro e 18% a altura das plantas, aos 190 dias após o transplante das mudas de eucalipto.

Plantas de eucalipto que cresceram em convivência com a comunidade infestante, durante 364 dias, apresentaram redução de 71 e 68% em seu diâmetro médio e na sua altura, respectivamente, em relação às plantas de eucalipto que cresceram livres da interferência das plantas daninhas (TOLEDO et al., 2000a).

TOLEDO et al. (2000b) verificaram que mudas de *E. urophylla* precisaram permanecer sem a interferência de plantas daninhas (em uma comunidade composta principalmente *Brachiaria decumbens* e *Spermacoce latifolia*) até os 140 dias após o plantio. A interferência da comunidade infestante com predomínio de capim-braquiária foi minimizada com faixas de controle de no mínimo um metro de cada lado das mudas.

KOGAN et al. (1995), em experimentos realizados com *E. nitens* no período de 1993/94, observaram que tanto para os plantios de outono como para os de primavera, as plantas daninhas iniciaram a interferência muito precocemente, bastando somente 30 dias de convivência para que proporcionassem reduções que oscilaram entre 20 e 50% na área de secção destas plantas.

Contudo, alguns estudos indicam que plantas de eucalipto que sofreram com a competição inicial promovida pela presença de plantas daninhas apresentam grande capacidade de recuperação (TAROUCO et al., 2009; GARAU et al., 2009).

TOLEDO et al. (2003) verificaram que, para a característica volume de madeira por hectare, o PTPI foi de 142 dias aos 36 meses, de 91 dias aos 48 meses e de 79 dias aos 78 meses após o plantio, demonstrando a capacidade de recuperação das plantas de eucalipto.

Segundo SOUZA et al. (2010) a interferência de uma comunidade infestante formada predominantemente por *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* pouco interferiu no crescimento, diâmetro e estado nutricional da segunda condução de plantas de *E. grandis*.

Essa capacidade de recuperação pode possivelmente ser explicada pelo fato da cultura apresentar um ciclo longo, e alguns materiais serem bastante responsivos a adubação, potencializando seu crescimento e desenvolvimento, principalmente em condições edafoclimáticas adequadas.

Desta forma, nos estudos relacionados a estresses iniciais em culturas de ciclo longo, como é o caso do eucalipto, as avaliações devem ser feitas até a colheita, para que se tenha tempo hábil de avaliar esta possível recuperação quantitativa e qualitativa das plantas.

### **2.3. O controle químico das plantas daninhas**

Os métodos de controle de plantas daninhas mais utilizados na cultura do eucalipto são o controle mecânico, através da roçada, e o controle químico, através da aplicação de herbicidas. A escolha correta do método a ser adotado dependerá da eficácia do controle das plantas daninhas e do seu efeito negativo adverso, tanto para cultura em questão, quanto para as propriedades do solo (ALCÂNTARA & FERREIRA, 2000).

Diante da frequência das intervenções do manejo de plantas daninhas na cultura do eucalipto e dos custos operacionais elevados, o controle químico das plantas daninhas é, atualmente, o método mais recomendado para o setor florestal.

Segundo RODRIGUES & ALMEIDA (2011), são recomendados para o controle das plantas daninhas nessa cultura os herbicidas amônio-glufosinato, carfentrazone-ethyl, glyphosate, isoxaflutole, oxyfluorfen, pendimethalin, sulfentrazone e trifluralin; além destes, imazapyr também é recomendado, mas para a erradicação da cultura.

Dentre os herbicidas anteriormente citados, o glyphosate é o mais utilizado, sendo aplicado na dessecação anterior ao plantio, no controle das plantas daninhas na linha e na entrelinha e no controle das rebrotas nas entrelinhas. Normalmente são feitas entre duas e cinco pulverizações no primeiro ano de estabelecimento da cultura (SALGADO, 2010), envolvendo o uso de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência das plantas daninhas, isolados ou associados.

#### **2.4. O herbicida isoxaflutole**

A cultura do eucalipto tem demonstrado tolerância ao isoxaflutole (ADORYAN et al., 2002), um herbicida aplicado em pré-emergência das plantas daninhas e que tem apresentado bom resultado no controle de gramíneas e de algumas de folhas largas. Avaliando possíveis sintomas de intoxicação das plantas de eucalipto, AGOSTINETTO et al. (2010) observaram, na média de quatro avaliações, que a fitointoxicação apresentada pelo isoxaflutole foi de 3%.

O isoxaflutole é considerado um pró-herbicida, uma vez que, por meio da abertura do anel isoxazole, é rapidamente convertido ao metabólito diquetonitrila, a molécula biologicamente ativa no controle de plantas daninhas. É absorvido preferencialmente pelas raízes, embora também seja absorvido pelas sementes. Já seu metabólito diquetonitrila é absorvido somente pelas raízes. Depois de absorvidos, ambos são transportados rapidamente para o ápice da plântula, onde

o isoxaflutole ainda não convertido é transformado em diquetonitrila (MARCHIORI JR. et al., 2005).

O diquetonitrila é um inibidor da 4-hidroxifenil piruvato dioxigenase (HPPD). Essa enzima é responsável pela biossíntese da quinona, um co-fator chave para a síntese de pigmentos carotenóides e para o transporte de elétrons. Assim, esse herbicida impede a síntese de carotenóides, essenciais para proteger a clorofila da decomposição pela luz solar. O isoxaflutole também atua bloqueando o transporte de elétrons da fotossíntese (FSII) pela redução da produção da plastoquinona - fundamental ao transporte de elétrons - aumentando o estresse oxidativo já provocado pela ausência da proteção dos carotenóides (PALLET et al., 1998). Como sintomatologia, ocorre um “branqueamento” dos tecidos, seguindo da paralisação do crescimento e necrose (PALLET et al., 1998).

A velocidade de metabolização do isoxaflutole é considerada a base da seletividade do produto. Em espécies sensíveis, essa metabolização ocorre lentamente, enquanto em espécies tolerantes, como o eucalipto, o milho e a cana-de-açúcar, a metabolização é bastante rápida, e o metabólito diquetonitrila é convertido em ácido benzóico, formando gás carbônico no final do processo (FRANSSEN et al., 2001).

Em razão de suas propriedades químicas (a conversão do isoxaflutole em diquetonitrila é dependente da disponibilidade de água no solo) a aplicação desse herbicida pode ser realizada durante o período mais seco do ano. Assim que tem início a ocorrência de chuvas, a conversão passa a acontecer simultaneamente à emergência das plantas daninhas, otimizando sua atividade residual em campo.

Entretanto, informações concretas que quantifiquem o nível de umidade necessária para “ativar” o produto ou o período que ele suporta sem umidade antes ser metabolizado ainda são escassas. Segundo RODRIGUES e ALMEIDA (2011), o produto apresenta boa estabilidade em condições de seca, podendo aguardar, dependendo da dose, do tipo e das condições do solo, por um período entre 20 e 38 dias, sendo o valor médio de tolerância a períodos de seca de 28 dias.

MARCHIORI JR. et al. (2005), aplicando 180 g.ha<sup>-1</sup> de isoxaflutole em um solo de textura franco-argilosa-arenosa, observaram reduções no controle das plantas daninhas avaliadas à medida que o período de seca após a aplicação do isoxaflutole no solo foi aumentado. Para *Brachiaria decumbens*, o controle igual ou superior a 80% ocorreu apenas para períodos de seca de até 29 dias após a aplicação do herbicida. No entanto, *Panicum maximum* demonstrou maior suscetibilidade ao produto, apresentando controle acima de 80% com períodos de seca após a aplicação de até 50 dias, seguidos de irrigação. Os autores ainda observaram que independentemente da dose, da planta alvo e do período de seca avaliados, o isoxaflutole apresentou maior efeito residual no solo de textura argilosa, justificado pela maior adsorção do produto nesse tipo de solo.

Já MONQUERO et al. (2008), estudando a persistência do isoxaflutole nos solos Latossolo Vermelho distrófico (textura média) e Latossolo Vermelho distroférico (textura argilosa), observaram um efeito residual satisfatório (>70%) até 60 dias após a aplicação, não havendo diferenças entre os tipos de solo.

## 2.5. O herbicida glyphosate

O glyphosate é um herbicida aplicado em pós-emergência das plantas daninhas, de largo espectro de controle, não seletivo e capaz de controlar uma grande diversidade de espécies vegetais anuais e perenes.

Uma das mais importantes características do glyphosate na planta é sua rápida translocação das folhas pulverizadas para as raízes, rizomas e meristemas apicais, resultando na destruição total de plantas daninhas perenes e de difícil controle, como *Sorghum halepense*, *Cyperus* spp. e *Cynodon dactylon* (FRANZ, 1985; GRUYS & SIKORSKI, 1999).

O mecanismo de ação do glyphosate atua inibindo a rota do ácido chiquímico que, conseqüentemente, interrompe a síntese de metabólitos secundários fundamentais a planta. O glyphosate é o único herbicida capaz de inibir especificamente a enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato-sintase

(EPSPs), que catalisa a condensação do ácido chiquímico e do fosfato piruvato, evitando a síntese dos aminoácidos fenilalanina, tirosina e triptofano, essenciais ao desenvolvimento das plantas (JAWORSKI, 1972).

No entanto, este herbicida não é seletivo a cultura do eucalipto, tornando o risco de deriva do produto um fator de extrema importância. Existe o risco de intoxicações causadas por aplicações inadequadas de herbicidas não apenas sobre a cultura, mas também em áreas adjacentes (TAKAHASHI et al., 2009) e intoxicações sofridas pelo homem, animais e ambiente (GIL & SINFORT, 2005).

Portanto, o emprego deste herbicida deve levar em consideração uma série de cuidados para se evitar os problemas relativos à deriva, evitando o desvio da trajetória das gotas, que impede sua chegada ao alvo. Mesmo sob condições climáticas ideais para aplicação, a deposição de produtos devido à deriva gira em torno de 5 a 9% da dose aplicada com equipamentos terrestres (BODE, 1984).

Ainda buscando evitar a deriva, as aplicações devem ser feitas em jato dirigido, procurando-se atingir apenas as plantas daninhas, evitando contato do produto com a cultura. O eucalipto, principalmente quando jovem - com um a três meses de idade, é bastante sensível ao glyphosate, por isto as aplicações devem ser feitas com cuidados especiais (FONSECA & CAMPOSILVAN, 1987).

TUFFI SANTOS et al. (2006), simulando o efeito da deriva de glyphosate, verificaram que doses de 172,8 e 345,6 g.ha<sup>-1</sup> de glyphosate sobre o terço inferior do eucalipto provocaram a morte dos ápices das plantas em *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. saligna* e *E. pellita* aos 15 dias após a aplicação. Essa deriva pode acarretar em prejuízos no desenvolvimento do eucalipto ou mesmo na diminuição do estande devido à morte de plantas jovens. Outros distúrbios e alterações morfológicas do eucalipto, como superbrotações e seca de gemas apicais e ponteiros têm sido atribuídos aos efeitos do glyphosate.

Contudo, apesar dos danos causados pela deriva de glyphosate, TUFFI SANTOS et al. (2008) verificaram que, após os 180 dias da aplicação, houve recuperação visual das plantas que antes apresentavam sintomas de intoxicação que variavam entre 0 e 50%.

Em contrapartida aos trabalhos supracitados, DUKE et al. (2006) observaram o efeito “hormesis” (utilização de substâncias que são tóxicas em altas doses, mas podem ser benéficas em baixas doses) promovido por baixas doses de glyphosate, induzindo efeitos “estimulantes” em culturas como sorgo, soja, café, eucalipto, milho e pinus.

## **2.6. A adubação na cultura do eucalipto**

A adubação, bem como outras práticas culturais na área florestal, é fundamental para a produção de mudas de boa qualidade e para que a cultura alcance níveis adequados de crescimento e produtividade.

O eucalipto apresenta elevada mobilização de nutrientes em função do seu rápido crescimento. A colheita da madeira é realizada aos sete anos e em ciclos que variam de 7 até 21 anos (1 a 3 rotações sucessivas). Assim, a exportação de biomassa resulta em grandes saídas de nutrientes, reduzindo a disponibilidade dos mesmos para as futuras plantações.

Nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas necessitam, tornando a adubação necessária para o crescimento adequado das plantas. As características e quantidade de adubos a serem aplicados dependerão das necessidades nutricionais da espécie florestal, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e de fatores de ordem econômica (GONÇALVES, 1995).

Em geral, as espécies de eucalipto plantados no Brasil são adaptadas a baixos níveis de fertilidade do solo. Estas espécies são pouco sensíveis à acidez do solo e toleram altos níveis de alumínio e manganês (GONÇALVES, 1995).

Assim, graças às baixas exigências de fertilidade do solo e também aos programas de melhoramento genético conduzidos no Brasil - que buscam adaptar as espécies às condições edafoclimáticas da região - as florestas de eucalipto têm se mostrado produtivas, mesmo com recomendações de adubação bem aquém daquelas utilizadas para as culturas agrícolas.

As espécies do gênero *Eucalyptus* apresentam elevada eficiência nutricional em razão de sua maior capacidade de translocação de nutrientes em relação a outras espécies florestais, como as coníferas (ATTIWILL, 1980; CRANE & RAISON, 1981; REIS & BARROS, 1990). Além desta característica, a capacidade de adaptação a situações de déficit hídrico apresentada por algumas espécies desse gênero tem possibilitado que os plantios sejam implantados em regiões onde, além de solos com baixa fertilidade, existam períodos de pronunciado déficit hídrico.

Outro fator que pode influenciar no estado nutricional das árvores refere-se ao tipo de material genético. As exigências nutricionais do eucalipto variam entre espécies e dentro de uma mesma espécie, entre procedências (BARROS & NOVAIS et al., 1996).

Porém, a produtividade dessas florestas pode ser consideravelmente aumentada com a adubação (BALLARD, 1984; BALLONI, 1984; BARROS & NOVAIS et al., 1996). A maior parte das áreas cultivadas são situadas em solos pouco férteis (SGARBI, 2002), razão pela qual a realização das adubações é fundamental.

Trabalhando com níveis de adubação crescentes denominados 0, 1, 2, 3 e 4 (variando doses de superfosfato simples aplicados na cova ou incorporados, doses de bórax e 20:00:00 aplicados em coroamento aos 60 dias após o plantio e doses de calcário dolomítico, gesso e FTE-B 08, incorporados nas entrelinhas aos 60 dias após o plantio), em um solo de cerrado de textura média e baixa fertilidade, OLIVEIRA NETO et al. (2003) verificaram que a adubação influenciou a alocação e a produção de biomassa em *E. camaldulensis*. Alguns dos níveis de adubação avaliados proporcionaram ganhos de até 77% na biomassa total das árvores aos 32 meses de idade quando comparadas ao nível zero de adubação. No entanto, os autores ainda afirmaram que o uso de doses mais elevadas de fertilizantes não implicou aumento proporcional na produção de matéria seca de madeira na idade em que foi realizado o estudo, sendo a máxima produção estimada observada no nível 2,7.

Plantios de *Eucalyptus grandis* em diferentes locais no estado de São Paulo receberam adubação com formulados do tipo NPK, avaliando-se a relação entre teores de nutrientes nas folhas e no solo (BELLOTE & FERREIRA, 1993). Os teores foliares de cálcio, enxofre, ferro, manganês e zinco apresentaram baixa correlação com o crescimento das árvores. Por outro lado, uma boa correlação positiva foi encontrada entre teores de nitrogênio e crescimento das árvores, o mesmo ocorrendo com o fósforo. Isso indicou que em locais de baixa produtividade a população responde mais à aplicação de adubos nitrogenados e fosfatados. No entanto, os autores não detectaram correlações entre teores de boro e cálcio com a altura dos eucaliptos, contrariando uma resposta fisiológica esperada.

BELLOTE & FERREIRA (1993) explicam que este resultado deve-se a diluição destes elementos no material vegetal analisado. Para o potássio, o aumento de seus teores repercutiu mais quando comparado ao magnésio no crescimento em altura de *E. grandis*. Os teores de fósforo, potássio e alumínio no solo influenciaram o crescimento das árvores, destacando que o aumento da oferta de fósforo e potássio no solo evidenciaram melhor incremento em plantios de *E. grandis* em regiões de menor produtividade.

Entretanto, avaliando os efeitos de diferentes espaçamentos e doses de adubação em plantas de *E. saligna* em um período que compreendeu dos três aos dez anos de idade, BERGER et al. (2002) observaram que o fator adubação não influenciou significativamente a maioria das variáveis por eles avaliadas. Em contrapartida, o espaçamento influenciou, de forma marcante, o crescimento em diâmetro e volume comercial sem casca.

MELLO et al. (1970) observaram aumentos na produção de madeira, atribuindo-os a ação de fertilizantes minerais que incrementaram o desenvolvimento das árvores em altura e diâmetro. Os autores constataram aumentos de até 44% na produção de madeira em áreas adubadas. Além disso, não houve efeito negativo da adubação na qualidade da madeira, sendo o rendimento e a qualidade da celulose consideradas normais.

Avaliando o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, RODRIGUES (2009) observou que a aplicação de cobre e zinco em vários tipos de solos do bioma cerrado não influenciou no crescimento das plantas.

Outro fator que pode estar associado a melhor absorção de nutrientes pelas plantas de eucalipto, e logo, a capacidade da cultura de ser produtiva mesmo em solos nutricionalmente carentes é a formação de ectomicorrizas e micorrizas arbusculares em seu sistema radicular (YINGLONG et al., 1999). Essa associação micorrízica propicia maior longevidade às raízes, incrementa a absorção de água e de nutrientes do solo, mobiliza formas não disponíveis de nutrientes (MARCHNER & DELL, 1994; MORATELLI et al., 2007) e ainda confere maior resistência a patógenos do sistema radicular, maior tolerância a toxinas do solo e a condições adversas de pH e de temperatura (SMITH & READ, 1997).

No entanto, nos plantios comerciais de eucalipto no Brasil, pouco ainda é conhecido sobre a colonização micorrízica. Segundo CAMPOS et al. (2011), a idade das plantas e o tipo de manejo utilizado na implantação da cultura do *E. grandis* e *E. urophylla* podem afetar a colonização de suas raízes por fungos micorrízicos arbusculares e ectomicorrízicos.

## **2.7. Interações entre plantas daninhas e adubação**

BRENDOLAN et al. (2000) avaliaram o efeito da competição intraespecífica e interespecíficas de plantas de eucalipto e capim-braquiária (duas plantas de eucalipto/vaso ou duas plantas de braquiária/vaso ou uma planta de eucalipto para uma de braquiária/vaso) diante de distintas condições de nutrição (solução completa com N, P e K; solução com apenas N ou P ou K e solução com ausência de N ou P ou K). Os autores observaram que, para o comprimento de parte aérea, não foram verificadas diferença entre os efeitos da competição intra e interespecífica. Com relação aos efeitos da nutrição, independentemente dos da competição, verificou-se que as plantas nutridas com solução sem nitrogênio ou só com potássio ou só com fósforo apresentaram-se menores que as demais.

Para o número de ramos, não se verificou efeito diferenciado das condições de nutrição das plantas. Entretanto, plantas nutridas sem N ou só com N, ou só P ou só K continham menos ramos que as demais, principalmente quando comparadas à solução completa.

Os autores ainda observaram que a massa seca das folhas não foi afetada pelas condições de competição, independentemente da nutrição à qual foram submetidas. Contudo, verificou-se que as plantas nutridas com solução completa ou -K ou -P apresentaram maior massa seca de folhas que as demais, sendo que as plantas nutridas apenas com N apresentaram maior massa seca de folhas do que as nutridas só com P ou K e as nutridas sem N.

Ainda segundo BRENDOLAN et al. (2000), a competição intraespecífica proporcionou menor área foliar das plantas de eucalipto do que a interespecífica, quando as plantas foram nutridas com as soluções completa e -K. Os autores não constataram efeito diferenciado das interferências intra e interespecífica sobre a altura, comprimento radicular, número de folhas, área foliar e massa da massa seca das diferentes partes das plantas de eucalipto depois de 60 dias em que conviveram, concluindo que a interferência intraespecífica foi tão prejudicial ao crescimento do eucalipto quanto à interespecífica, quando se considera a convivência com plantas de capim-braquiária.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Caracterização da área experimental**

O experimento foi conduzido no Parque Florestal Flecha Azul, área de produção comercial da empresa Suzano Papel e Celulose, situado em Boa Esperança do Sul, estado de São Paulo, no período entre maio de 2010 e maio de 2011.

O clima predominante no município, segundo os critérios adotados por Koppen é Aw, com temperaturas médias anuais superiores a 22 °C, sendo a temperatura do mês mais quente igual ou superior a 25 °C e o índice pluviométrico anual em torno de 1300 mm.

#### **3.2. Levantamento histórico preliminar da área**

A área experimental foi selecionada devido à uniformidade e representatividade de infestação de plantas daninhas. Segundo informações da Suzano Papel e Celulose, a área foi uma pastagem, apresentando uma comunidade infestante composta basicamente por gramíneas e plantas daninhas características dessas condições, com elevado índice de infestação.

#### **3.3. Amostragem de solo e plano de fertilização**

Antecedendo a instalação do experimento, foram coletadas amostras do solo nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, para serem submetidas a análises física e química (Tabelas 1 e 2). A amostragem consistiu de 20 pontos de coleta de solo (amostras simples), que posteriormente foram homogeneizados, constituindo uma amostra composta para cada profundidade.

Tabela 1. Análise física do solo, amostrado em duas profundidades. Boa Esperança do Sul, 2010.

Profundidade (cm)	Areia Fina	Areia Grossa	Silte	Argila	Classe Textural
	g kg <sup>-1</sup>				
0-20	588 <sup>1</sup>	258	4	150	Arenosa
20-40	568	280	2	150	Arenosa

<sup>1</sup> Análise realizada no Laboratório de Análise de Solo do Departamento de Solos e Adubos da FCAV, Jaboticabal.

Tabela 2. Análise química do solo, amostrado em duas profundidades. Boa Esperança do Sul, 2010.

Profundidade (cm)	pH	M.O.	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V(%)
	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
0-20	3,9 <sup>1</sup>	13	7	0,8	4	1	52	5,8	57,8	10
20-40	4,1	15	7	0,9	5	1	47	6,9	53,9	13

<sup>1</sup> Análise realizada no Laboratório de Análise de Solo do Departamento de Solos e Adubos da FCAV, Jaboticabal.

Os resultados das análises químicas do solo foram combinados a um banco de dados da área mantidos pela empresa, considerando os históricos de produtividade, o clone que será plantado, os adubos disponíveis e o valor aprovado para investimentos na adubação da área, elaborando-se então o projeto de fertilização para o talhão onde se instalou o experimento.

### 3.4. Preparo da área, plantio e adubação de plantio

Para renovação da área experimental, foi adotado o sistema de plantio direto. Após a colheita do eucalipto do ciclo anterior, os resíduos florestais foram mantidos sem queima, formando uma camada sobre o solo que permaneceu em pousio por quatro meses. Cerca de um mês antes da data prevista para o plantio das mudas de eucalipto foram aplicados 2 kg.ha<sup>-1</sup> de Scout® (glyphosate – 720 g

e. a.  $\text{kg}^{-1}$ ) em área total, visando o controle das plantas daninhas presentes e das rebrotas das plantas de eucalipto anteriormente colhidas.

O plantio do eucalipto foi realizado entre as linhas do ciclo anterior. Antecedendo o plantio, foram aplicados  $1500 \text{ kg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico em área total, sem incorporação. Para a marcação e limpeza das linhas a serem plantadas foi utilizado um limpa-trilha, orientando a passagem do subsolador, que além do destorroamento localizado do solo foi responsável também pela aplicação de  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  de superfosfato simples em filete contínuo situado a 35 cm de profundidade no sulco de plantio.

O plantio das mudas de eucalipto originadas por micropropagação e provenientes do viveiro da Suzano Papel e Celulose foi realizado em 14/06/2010, utilizando-se um clone do híbrido de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, que apresentava, em média, 90 dias de idades, 30 cm de altura e de 6 a 8 folhas.

Como principais características, esse clone apresenta resistência à deficiência hídrica e bom rendimento em celulose. Todas as mudas apresentavam excelentes condições fitossanitárias e não possuíam bifurcações.

No momento do plantio, cada cova recebeu 1,5 L de gel hidrorretentor (plantio semi-mecanizado). As irrigações foram aos 2, 7 e 15 dias após o plantio com a aplicação de 1,5 L de água por muda.

O espaçamento utilizado foi de 2,0 m entre plantas e 3,0 m entre linhas. Uma semana após o plantio das mudas foi realizada a adubação de plantio, utilizando  $85 \text{ g planta}^{-1}$  do formulado 06:30:06 (N:P:K) + 6% Ca + 3% S + 0,4% Cu + 0,4% Zn, aplicado 20 cm ao lado das mudas e a 10-15 cm de profundidade por meio de duas covetas laterais.

Todos os demais tratamentos culturais necessários foram realizados de acordo com os padrões da Suzano Papel e Celulose.

### 3.5. Disposição do experimento em campo

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5 x 3, constituído de cinco métodos de controle das plantas daninhas (testemunha “no mato”; testemunha “limpa”; isoxaflutole (em pré-emergência); glyphosate (em pós-emergência); isoxaflutole (em pré-emergência) + glyphosate (em pós-emergência) associados a três doses de adubação de cobertura (0,5 X; X; 1,5 X, no qual X correspondeu a dose recomendada da formulação utilizada para adubação da cultura, baseada no plano de fertilização fornecido pela Suzano Papel e Celulose), conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Descrição dos tratamentos experimentais. Boa Esperança do Sul, 2010.

Métodos de controle	Dose de produto comercial	Adubação
	g ha <sup>-1</sup>	g planta <sup>-1</sup>
1		1 (0,5 X)
2 Testemunha "no mato"	0	2 (X)
3		3 (1,5 X)
4		1 (0,5 X)
5 Testemunha "limpa"	0	2 (X)
6		3 (1,5 X)
7		1 (0,5 X)
8 Fordor® <sup>1</sup>	100	2 (X)
9		3 (1,5 X)
10		1 (0,5 X)
11 Scout® <sup>2</sup>	2000	2 (X)
12		3 (1,5 X)
13		1 (0,5 X)
14 Fordor® + Scout®	100 + 2000	2 (X)
15		3 (1,5 X)

<sup>1</sup>750 g i. a. kg<sup>-1</sup> de isoxaflutole, <sup>2</sup>720 g kg<sup>-1</sup> de e.a. de glyphosate.

O talhão selecionado para o experimento tinha cerca de dois hectares. Cada parcela experimental foi constituída por sete linhas com seis plantas cada, sendo duas linhas externas de cada lado e duas plantas externas de cada lado das extremidades consideradas como bordadura.

Para fins de avaliação, sempre foram utilizadas as seis plantas centrais da parcela e seu entorno. As parcelas foram distribuídas segundo o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições.

### **3.6. Aplicações dos herbicidas**

Cerca de 30 dias após o plantio (30 DAP) foi realizada a aplicação de isoxaflutole, diretamente sobre as plantas de eucalipto, a 50 cm de altura, cobrindo uma faixa de 1 m de solo. Foram utilizadas pontas de pulverização hidráulicas, tipo leque com indução de ar (modelo SR-1), liberando a quantidade de calda de  $500 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ , equivalente a  $60 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Na ocasião, as mudas apresentavam entre 30 e 38 cm de altura, cerca de 2,5 mm de diâmetro e entre 8 e 10 folhas.

A aplicação de glyphosate ocorreu somente 180 dias após o plantio da cultura (180 DAP), quando houve o estabelecimento da comunidade infestante. Nesta aplicação, foi utilizado um pulverizador costal munido com uma ponta TT 11002, regulado com 2,0 bar de pressão para um gasto de  $200 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$  de volume de calda. A aplicação foi em jato dirigido sobre as plantas daninhas presentes nas entrelinhas da cultura, utilizando um protetor do tipo “chapéu de napoleão” com a finalidade de evitar possível deriva.

No momento das aplicações, as temperaturas do ar eram de 21,4 e 26 °C e as umidades relativas do ar de 78 e 49%, respectivamente, para a aplicação de isoxaflutole e glyphosate. Em ambas as aplicações havia rajadas leves de vento.

A testemunha “limpa” foi mantida nesta condição por meio de capinas manuais, realizadas sempre que um novo fluxo de plantas daninhas emergia.

### 3.7. Aplicação das doses de adubação de cobertura

As adubações de cobertura foram realizadas aos três e aos sete meses após o plantio, manualmente e em meio círculo na projeção da copa de cada uma das plantas, respeitando-se uma distância mínima de 20 cm do caule (Tabela 4).

Tabela 4. Época, adubo formulado, quantidade recomendada pelo plano de fertilização da Suzano Papel e Celulose e doses aplicadas nos tratamentos. Boa Esperança do Sul, 2010/2011.

Época (meses)	Formulado	Quantidade recomendada (kg ha <sup>-1</sup> )	Doses aplicadas (g planta <sup>-1</sup> )
3	19:00:19 + 0,3%B + 4%S	190	57
			115
			173
7	18:01:18 + 6,9%B + 1,8% Ca	375	112
			225
			337

### 3.8. Coleta de dados

As avaliações de controle das espécies de plantas daninhas presentes na área foram realizadas por observações visuais aos 10, 20, 30 e 60 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), comparando-se o controle das plantas daninhas com a testemunha “no mato”, sendo que 0% correspondeu à ausência de controle e 100% ao controle total das plantas daninhas (SBCPD, 1995). A observação de sintomas de intoxicação nas plantas de eucalipto foi realizada aos 10, 20 e 30 DAA, seguindo a escala EWRC (1964).

O acompanhamento do desenvolvimento das mudas de *E. urophylla* x *E. grandis* foi realizado por meio de mensurações mensais do diâmetro do caule a 10 cm do colo, com um paquímetro digital e da altura, utilizando-se uma régua graduada até os 180 dias após o plantio (DAP) e um clinômetro digital aos 300

DAP. A determinação da altura foi definida como a medida entre a superfície do solo e o último lançamento de folhas. Os procedimentos de campo consistiram na medição das seis árvores centrais de cada parcela.

Aos 300 DAP, além da altura das plantas e do diâmetro do caule a 10 cm do colo (DAC) foi avaliado o diâmetro do caule a altura do peito - 1,30 m (DAP). O diâmetro do colo é fundamental para a avaliação do incremento das árvores desde o primeiro mês de idade.

Ainda nessa avaliação (300 DAP), foi coletada uma planta representativa por parcela, nas quais foram determinadas a área foliar (LiCor - modelo LI 3000A), a massa seca de folhas, caule e ramos (após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C até obtenção de massa constante).

### **3.9. Determinação de macronutrientes no solo**

As amostras de solo para a determinação dos macronutrientes, teor de matéria orgânica e da saturação de bases foram coletadas nas profundidades de 0-20 cm, utilizando-se um trado de caneco. As coletas de solo foram realizadas um mês após a primeira e segunda parcela de adubação de cobertura, aos 120 e 240 DAP, respectivamente.

Em cada parcela, seis amostras simples foram coletadas em zigue-zague dentro da área útil de avaliação, explorando a linha e entrelinhas da cultura. Posteriormente, as amostras foram homogeneizadas, constituindo uma amostra composta por parcela.

A interpretação dos valores médios dos atributos químicos do solo da área experimental foi baseada na classificação proposta pelo Instituto Agrônomo de Campinas (Tabela 5).

Tabela 5. Classificação dos teores de macronutrientes no solo (VAN RAIJ et al., 1997).

Teores	pH	P resina	K	Ca	Mg	V
	CaCl <sub>2</sub>	mg dm <sup>-3</sup>		mmolc dm <sup>-3</sup>		
baixo	4,4 - 5,0	3,0 - 5,0	0,8 - 1,5	0,0 - 3,0	0,0 - 4,0	26 - 50
médio	5,1 - 5,5	6,0 - 8,0	1,6 - 3,0	4,0 - 7,0	5,0 - 8,0	51 - 70
alto	> 5,6	9,0 - 16,0	3,1 - 6,0	> 7,0	> 8,0	> 71

### 3.10. Determinação de macro e micronutrientes nas folhas

Para essa determinação foram coletadas folhas do terço superior, médio e inferior da copa das plantas de eucalipto. Aos 120 DAP, momento em que as plantas ainda se encontravam pequenas, foram coletadas cinco folhas de cada terço. Já aos 240 e 300 DAP, momento em que as plantas já estavam mais desenvolvidas, foram coletadas 10 folhas de cada terço das plantas.

Para cada parcela, foram coletadas folhas de três árvores, e cada conjunto de três árvores constituíram uma amostra de folhas composta após a mistura do material. As folhas foram secas em estufa (estufa de circulação forçada de ar a 70°C até obtenção de massa constante), trituradas em moinho e encaminhadas para o Laboratório de análise de tecido vegetal, do Departamento de Solos e Adubos da FCAV – Jaboticabal, responsável pela realização das análises.

### 3.11. Análises estatísticas

Os dados de controle das plantas daninhas pelo herbicida isoxaflutole foram comparados por meio dos desvios padrões. Os demais dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. No caso de significância do teste F as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas no programa Sisvar®, versão 5.1.

Para auxiliar o entendimento dos resultados, ainda foi realizada uma análise de correspondência canônica. A análise de correspondência ou correlação canônica é um procedimento estatístico multivariado que permite o exame da estrutura de relações existente entre grupos ou conjuntos de variáveis (ABREU & VETTER, 1978). As correspondências canônicas referem-se às correlações entre variáveis canônicas, ou seja, entre combinações lineares de variáveis, de tal modo que a correlação entre essas combinações seja máxima. Assim, não existirá nenhuma outra combinação linear de variáveis cuja correlação seja maior que essa.

A análise de correlação canônica fornece uma maneira simples de reduzir as complexidades envolvidas em relacionar conjuntos de variáveis. Esta análise permite identificar várias correlações que, embora estatisticamente significativas, associam as variáveis utilizadas de uma forma bastante heterogênea.

O diagrama de correspondência canônica foi desenvolvido no programa R®, versão 2.14.2.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Controle das plantas daninhas pelos herbicidas

A ocorrência de chuva nos meses após a aplicação de isoxaflutole (julho, agosto e setembro) foi baixa, acumulando menos que 30 mm neste período, concentrados em sete dias (Tabela 6), justificando a ausência de emergência de plantas daninhas na fase inicial do experimento.

Embora a presença de plantas daninhas fosse desejada, estudos em épocas secas e ausência de comunidade infestante também são interessantes, já que o eucalipto é plantado durante todo o ano.

Tabela 6. Dados mensais de precipitação, temperatura média e umidade relativa da área experimental. Boa Esperança do Sul, 2010.

Mês	Nº de dias de chuva	Precipitação mensal (mm)	Temperatura média (°C)	Umidade rel. média (%)
Julho	2	14	24,0	66,6
Agosto	0	0	26,0	44,3
Setembro	5	15	31,5	39,4
Outubro	9	34	27,5	49,6
Novembro	6	90	29,5	51,0
Dezembro	17	262	32,5	66,6

Fonte: Suzano Papel e Celulose.

A emergência das plantas daninhas iniciou-se somente no final de outubro, e essas se estabeleceram na área em novembro e dezembro. Acrescido a escassez de chuvas no neste período inicial do experimento, ainda se fazia presente uma camada de resíduos florestais da colheita anterior, que possivelmente modificou as condições de luz, temperatura e umidade, e, conseqüentemente, influenciou na germinação e na emergência das plantas daninhas.

Assim, a eficiência deste herbicida não foi efetivamente testada, pois segundo RODRIGUES & ALMEIDA (2011) o herbicida isoxaflutole apresenta, até

certo intervalo sem chuvas, boa estabilidade, podendo aguardar, dependendo da dose, do tipo e condições do solo, entre 20 e 38 dias em condições de seca.

MARCHIORI JR. et al. (2005) observaram que em solos de textura franco-argilosa-arenosa *Brachiaria decumbens* foi controlada de modo satisfatório (igual ou maior que 80%) apenas em períodos de seca de até 29 dias após a aplicação de 180 g ha<sup>-1</sup> de isoxaflutole, enquanto *Panicum maximum* apresentou controle acima de 80% com período de seca após a aplicação de até 50 dias. No entanto, o efeito residual deste herbicida pode variar com a dose aplicada, a espécie a ser controlada e o tipo de solo. Normalmente, esse herbicida apresenta maior efeito residual em solos de textura argilosa do que em solos de textura arenosa (MARCHIORI JR. et al., 2005).

Contudo, informações específicas que quantifiquem o nível de umidade necessária para "ativar" o isoxaflutole, bem como o período que o herbicida suporta sem umidade antes de ser metabolizado ainda são escassas. Além disso, a quantidade aplicada pela reflorestadora e, portanto, neste experimento, foi de apenas 100 g. ha<sup>-1</sup> de Fordor®. Muitos trabalhos avaliam o controle das plantas daninhas diante da aplicação de mais de 180 g ha<sup>-1</sup> desse produto (MARCHIORI JR. et al., 2005).

Assim, a ausência de dados de controle proporcionados pelo isoxaflutole nas condições anteriormente descritas é plenamente justificada.

A emergência das plantas daninhas iniciou-se no final de outubro, após o término do período de estiagem. Dentre as espécies encontradas quatro foram predominantes: *Urochloa decumbens* Stapf. (syn. *Brachiaria decumbens*), *Sida glaziovii* K. Schum., *Croton glandulosus* L. e *Sida rhombifolia* L.

Quanto aos tratamentos com glyphosate, o controle das plantas daninhas foi independente das doses de adubação aplicadas em todas as avaliações realizadas. Aos 10 DAA (Figura 1) o controle foi excelente, entre 85 e 100%. Aos 20 DAA (Figura 2) o controle das plantas daninhas, em geral, foi próximo a 90%, acompanhado do aparecimento das primeiras rebrotas de *U. decumbens* e a emissão de folhas novas nas demais espécies. No entanto, o controle de *C.*

*glandulosus* oscilou em torno de 80%. Aos 30 DAA (Figura 3) o controle de *U. decumbens* oscilou entre 80 e 85%, com o aumento das rebrotas. Para as demais espécies o controle variou entre 75 e 85%. Aos 60 DAA (Figura 4) o controle de *U. decumbens* foi de, no mínimo, 75%, e essas plantas estavam bastante reduzidas quando comparadas a testemunha “no mato”. Já para as outras espécies o controle oscilou entre 55 e 75%, novamente, independentemente da dose de adubação utilizada. Apesar de visualmente reduzidas, algumas plantas daninhas já floresciam.

Não foram observadas interações entre as doses de adubação a aplicação de glyphosate aos 10, 20, 30 ou 60 dias após a aplicação.

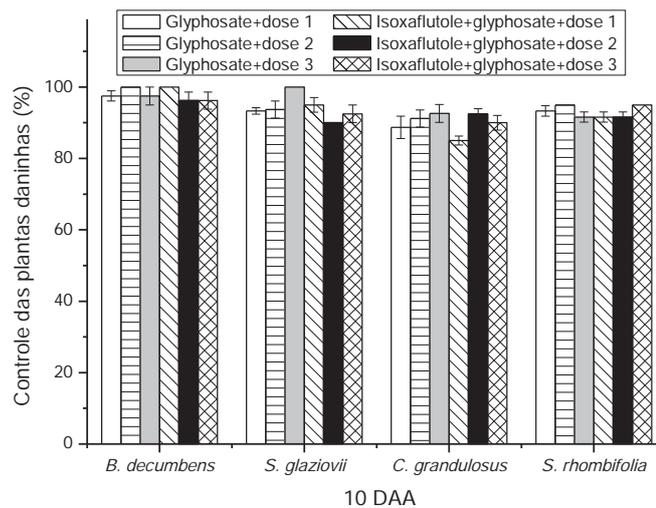


Figura 1. Percentagem de controle das plantas daninhas aos 10 dias após a aplicação de glyphosate (DAA).

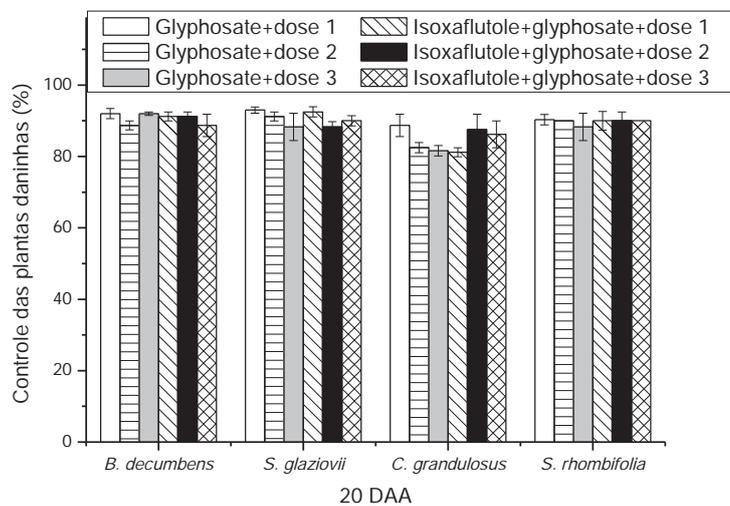


Figura 2. Percentagem de controle das plantas daninhas aos 20 dias após a aplicação de glyphosate (DAA).

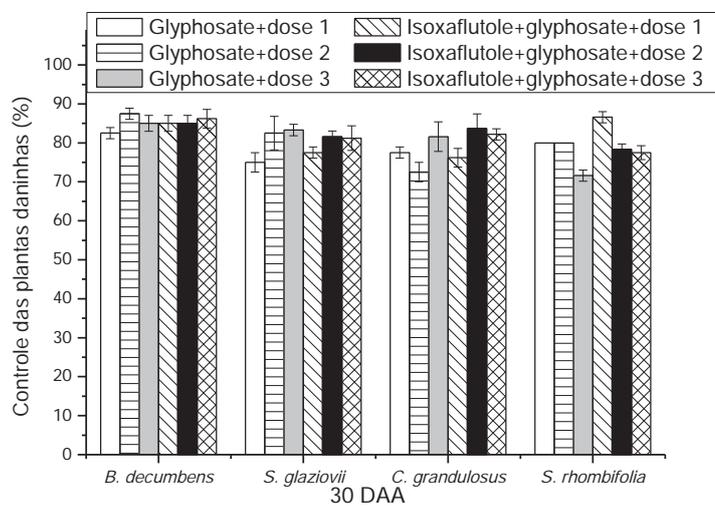


Figura 3. Percentagem de controle das plantas daninhas aos 30 dias após a aplicação de glyphosate (DAA).

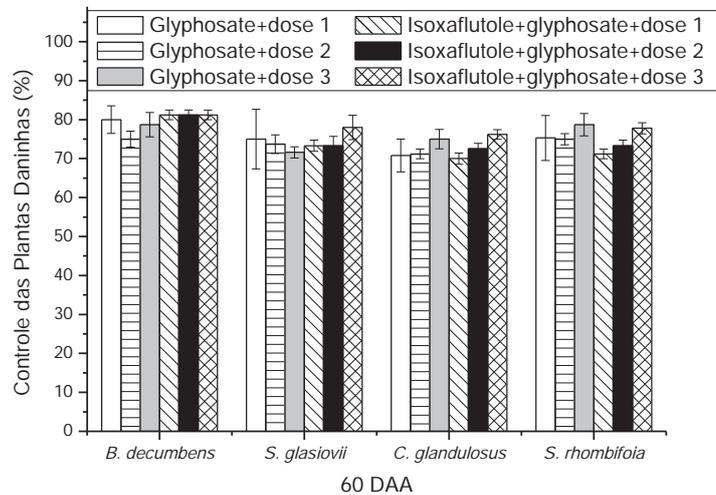


Figura 4. Percentagem de controle das plantas daninhas aos 60 dias após a aplicação de glyphosate (DAA).

Tanto para a aplicação de isoxaflutole quanto para a aplicação de glyphosate não foram observados sintomas de fitointoxicação nas plantas de eucalipto aos 10, 20 e 30 DAA, o que, segundo a escala da EWRC (1964), corresponde à nota 1, ou seja, injúria nula.

O herbicida isoxaflutole é seletivo a cultura do eucalipto, e mesmo pulverizado diretamente sobre as mudas é rapidamente convertido em um metabólito sem ação herbicida, formando gás carbônico no final do processo (PALLET et al., 1998).

O glyphosate, apesar de não seletivo a cultura, foi cuidadosamente aplicado apenas sobre as plantas daninhas, em jato dirigido, utilizando-se ainda uma proteção ao redor da ponta de pulverização (chapéu de napoleão), direcionando a calda e evitando a ocorrência de deriva.

#### 4.2. Efeitos dos tratamentos na altura, diâmetro do colo, diâmetro a altura do peito, área foliar e massa seca das plantas de eucalipto

Aos 30, 60 e 90 dias após o plantio (DAP) não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na altura das plantas em função dos métodos de controle das plantas daninhas ou adubações de cobertura (Anexo 1). Nesse período, como foi anteriormente citado, não houve emergência das plantas daninhas devido à escassez de chuvas (Tabela 6), e as doses de adubação em cobertura ainda não haviam sido aplicadas no experimento (Tabela 4).

Tabela 7. Altura das plantas de eucalipto, em cm, aos 120, 150 e 180 dias após o plantio (DAP). Boa Esperança do Sul, 2010.

<b>Altura das plantas (cm)</b>				
Métodos de controle	Épocas de avaliação			
	90 DAP	120 DAP	150 DAP	180 DAP
Testemunha no "mato"	54,7A	81,2B	139,7B	218,5B
Testemunha "limpa"	56,8A	84,8AB	153,1A	244,4A
Isoxaflutole	56,2A	85,2AB	146,7AB	214,6B
Glyphosate	56,6A	83,5AB	142,3B	211,2B
Isoxaflutole + glyphosate	55,6A	86,5A	141,8B	220,9B
Doses de adubação de cobertura				
dose 1	55,2A	80,2C	143,0B	215,2B
dose 2	56,2A	84,7B	149,0AB	219,7B
dose 3	56,5A	87,9A	154,7A	228,8A
F situações	0,72ns	0,03**	0,00**	0,01**
F adubações	0,58ns	0,00**	0,00**	0,02**
F situações x adubações	0,73ns	0,00**	0,89ns	0,62ns
DMS situações	4,89	4,63	11,6	25,4
DMS adubações	3,23	3,06	7,71	8,8
CV (%)	7,53	4,74	6,75	9,63

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ns Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

BEZUTTE et al. (1993) verificaram que a presença do capim-braquiária não afetou o diâmetro do caule, o número de folhas e o número de ramos do eucalipto. Contudo, com aumento do período de convivência da cultura com as plantas daninhas houve tendência de aumento na porcentagem de redução dessas características.

A partir dos 120 DAP é possível observar a influência do estabelecimento da comunidade infestante, bem como efeitos da primeira parcela da adubação de cobertura no crescimento das plantas de eucalipto (Tabela 7). Nessa avaliação, a situação de controle testemunha “limpa”, glyphosate e isoxaflutole + glyphosate proporcionaram os maiores valores para a altura das plantas, enquanto os menores valores foram atribuídos à testemunha “no mato”. Ainda nessa avaliação (120 DAP) foi possível constatar os efeitos da primeira parcela da adubação de cobertura, realizada aos 90 DAP. A dose 3 de adubação gerou os maiores valores para altura das plantas, promovendo incrementos de 3,64% e 8,75% em relação as doses 1 e 2 de adubação, respectivamente.

Aos 150 DAP apenas testemunha “limpa” diferenciou-se dos demais métodos de controle, que ainda conviviam com a comunidade infestante nesse momento, visto que o glyphosate foi aplicado somente aos 180 DAT. A dose 3 da adubação de cobertura novamente proporcionou os maiores valores para essa característica, 3,70% maior que o observado para a dose 2 de adubação e 7,56% maior que o valor referente a dose 1 de adubação de cobertura (Tabela 7).

Aos 180 DAP todos os tratamentos ainda conviviam com as plantas daninhas, com exceção da testemunha “limpa”, que apresentou valores para altura das plantas em média 11% maiores quando comparados aos valores dessa característica correspondentes os demais métodos de controle (Tabela 7). Novamente a dose 3 de adubação de cobertura promoveu os maiores valores para essa variável, 5,94% e 3,97% maiores que os atribuídos as doses 1 e 2 de adubação, respectivamente.

Aos 120 DAP a interação entre os métodos de controle e adubações de cobertura foi significativa (Tabela 8). Para as doses 1 e 2 de adubação de

cobertura as situações testemunha “no limpo” e isoxaflutole se destacaram positivamente. Já a dose 3 de adubação com os métodos de controle testemunha “limpa”, isoxaflutole, glyphosate e isoxaflutole + glyphosate se destacaram como os melhores tratamentos aos 120 DAP.

Tabela 8. Efeito da interação entre os fatores testados sobre a altura das plantas de eucalipto, em cm, aos 120 dias após o plantio. Boa Esperança do Sul, 2010.

<b>Altura aos 120 DAP (cm)</b>			
Situações de controle	Doses de adubação de cobertura		
	dose 1	dose 2	dose 3
Testemunha no "mato"	81,5ABa	82,4Ba	79,8Ba
Testemunha "limpa"	83,0Aa	85,8Aa	85,7Aa
Isoxaflutole	82,6Aa	84,5Aa	88,4Aa
Glyphosate	79,3ABb	84,1 Aab	87,2Aa
Isoxaflutole + glyphosate	74,4Bc	86,5 Ab	88,3Aa

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os métodos de controle e minúsculas as doses de adubação de cobertura.

Para o diâmetro a altura do colo das plantas, não foram verificadas diferenças significativas para os métodos de controle ou doses de adubação de cobertura aos 30, 60, 90, 150 e 180 DAP (Anexo 2).

Apenas aos 120 DAP, embora não tenham sido observadas diferenças entre os métodos de controle, foram constatadas diferenças entre as doses de adubação em cobertura, onde a dose 3 promoveu incrementos no diâmetro das plantas de 3,94% em relação a dose 1 e 7,89% em relação a dose 2.

Ainda aos 120 DAP a interação entre os métodos de controle e adubações de cobertura foi significativa para o diâmetro à altura do colo das plantas (Tabela 9). Para as doses 1 e 2 de adubação, os métodos de controle testemunha “limpa” e isoxaflutole promoveram os maiores valores para essa característica. Já para a

dose 3 de adubação de cobertura testemunha “limpa”, glyphosate e isoxaflutole + glyphosate se destacaram como os melhores manejos.

Contudo, nessa avaliação as chuvas ainda eram escassas, a comunidade infestante estava começando a se estabelecer na área e a primeira parcela da adubação de cobertura ainda não havia sido incorporada ao solo, e conseqüentemente, absorvida pelas plantas.

Tabela 9. Efeito da interação entre os fatores testados sobre o diâmetro das plantas de eucalipto, em cm, aos 120 dias após o plantio. Boa Esperança do Sul, 2010.

<b>Diâmetro aos 120 DAP (cm)</b>			
Situações de controle	Doses de adubação de cobertura		
	dose 1	dose 2	dose 3
Testemunha no "mato"	13,7Ab	14,3Ab	14,0Ba
Testemunha "limpa"	14,7Aa	15,2Aa	15,8Aa
Isoxaflutole	14,7Aa	15,2Aa	14,4Ba
Glyphosate	13,0Ab	14,0Ab	15,9Aa
Isoxaflutole + glyphosate	14,7Ab	14,3Ab	15,9Aa

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os métodos de controle e minúsculas as doses de adubação de cobertura.

Aos 300 dias após o plantio (DAP), testemunha “limpa”, glyphosate e isoxaflutole + glyphosate foram os métodos de controle que propiciaram os maiores valores para a altura, diâmetro a altura do colo e diâmetro a altura do peito das plantas (Tabela 10). No entanto, as doses de adubação de cobertura apenas promoveram efeitos significativos para o diâmetro a altura do peito. A dose 3 de adubação incrementou essa variável, em média, 6% em relação as doses 1 e 2.

Ainda aos 300 DAP, as características área foliar, massa seca de folhas e massa seca de caules apresentaram seus maiores valores diante dos métodos de controle testemunha “limpa” e isoxaflutole + glyphosate. As doses de adubação de

cobertura foram significativas apenas para área foliar. Contudo, as doses de adubação não promoveram incrementos proporcionais ao seu aumento.

Nesse experimento, a área foliar e a massa seca das folhas foram afetadas pela ocorrência de ferrugem (causada pelo fungo *Puccinia psidii*), explicando os valores discrepantes observados em função das doses de adubação de cobertura aplicadas para alguns valores dessas características.

Tabela 10. Altura (H, em m), diâmetro a altura do solo (DAS, em cm), diâmetro a altura do peito (DAP, em cm), área foliar (AF, em dm<sup>2</sup>), massa seca de folhas (MSF, em g) e massa seca de caules e ramos (MSC, em g) das plantas de eucalipto, aos 300 dias após o plantio (DAP). Boa Esperança do Sul, 2011.

<b>Altura, diâmetros, área foliar e massas secas aos 300 DAP</b>						
Características avaliadas						
Situações de controle	H	DAC	DAP	AF	MSF	MSC
Testemunha no "mato"	4,2B	17,0B	11,0B	386,7C	612,0C	1608,2C
Testemunha "limpa"	5,2A	19,9A	13,6A	998,6A	1247,7A	2888,0A
Isoxaflutole	4,2B	17,1B	11,7B	580,4BC	660,0C	1504,3C
Glyphosate	5,3A	19,8A	13,7A	792,4B	976,7B	2022,6B
Isoxaflutole + glyphosate	5,2A	21,1A	13,5A	997,1A	1240,6A	2867,6A
Doses de adubação de cobertura						
Dose 1	5,0A	18,8A	12,6AB	834,1A	921,2A	2218,2A
Dose 2	4,8A	18,5A	12,4B	716,6B	923,2A	2252,9A
Dose 3	4,9A	19,1A	13,2A	762,5AB	998,4A	2303,4A
F situações	0,00**	0,00**	0,00**	0,00*	0,00**	0,00**
F adubações	0,41*	0,15*	0,01*	0,00*	0,07*	0,59*
F situações x adubações	0,48*	0,28*	0,17*	0,00*	0,03*	0,07*
CV (%)	8,09	5,23	6,62	15,18	12,30	11,61
DMS situações	0,46	2,14	0,97	135,84	136,21	304,21
DMS adubações	0,30	0,75	0,64	89,75	89,99	201,00

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para todas as características de crescimento avaliadas nas plantas de eucalipto aos 300 dias após o plantio (DAP) verificou-se interação significativa entre os efeitos dos métodos de controle testadas e doses de adubação em

cobertura aplicadas. Para a altura das plantas, a dose 1 de adubação de cobertura associada a testemunha “no limpo” e a aplicação de glyphosate promoveram os maiores valores para essa variável (Tabela 11).

Tabela 11. Efeito da interação entre os fatores sobre a altura e os diâmetros das plantas de eucalipto aos 300 dias após o plantio. Boa Esperança do Sul, 2011.

<b>Altura (m)</b>			
	Doses de adubação de cobertura		
Situações de controle	dose 1	dose 2	dose 3
Testemunha no "mato"	4,5BCa	4,1Ba	4,4Ca
Testemunha "limpa"	5,3Aa	5,2Aa	5,5Aa
Isoxaflutole	4,4Ca	4,2Ba	4,1Ca
Glyphosate	5,4Aa	5,0Aa	5,0Ba
Isoxaflutole + glyphosate	5,3ABa	5,1Aa	5,1Aa
<b>Diâmetro a altura do solo (cm)</b>			
	Doses de adubação de cobertura		
Situações de controle	dose 1	dose 2	dose 3
Testemunha no "mato"	17,3Ca	16,3Ca	16,5Ca
Testemunha "limpa"	19,1Aa	20,5Aa	21,4Aa
Isoxaflutole	17,7BCa	16,8BCa	16,7Ca
Glyphosate	18,3Ba	20,2ABa	20,0Ba
Isoxaflutole + glyphosate	20,6Aa	20,7Aa	21,0Aa
<b>Diâmetro a altura do peito (cm)</b>			
	Doses de adubação de cobertura		
Situações de controle	dose 1	dose 2	dose 3
Testemunha no "mato"	11,1Ca	10,5Ca	11,5Ba
Testemunha "limpa"	14,0Aa	12,8Aa	14,1Aa
Isoxaflutole	11,7BCa	11,9BCa	11,6Ba
Glyphosate	13,2ABa	13,9ABa	14,2Aa
Isoxaflutole + glyphosate	13,1ABb	12,8ABb	14,6Aa

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os métodos de controle e minúsculas as doses de adubação de cobertura.

Ainda para altura das plantas, com a aplicação das doses 2 e 3 de adubação de cobertura associadas as situações testemunha “no limpo”,

glyphosate e isoxaflutole + glyphosate foram estatisticamente superiores as outras situações, enquanto testemunha “no mato” e isoxaflutole, que conviveram com as plantas daninhas a partir de seu estabelecimento na área, proporcionaram as maiores restrições ao crescimento em altura das plantas de eucalipto. Comparando-se a testemunha “limpa” com a testemunha “no mato”, diante da aplicação da dose 2 de adubação, houve incrementos de, em média, de 21,1% para a situação que ficou livre da convivência com a comunidade infestante.

A aplicação das doses 1 e 2 de adubação combinadas os métodos de controle testemunha “limpa” e isoxaflutole + glyphosate propiciaram os maiores crescimentos em diâmetro a altura do solo (Tabela 11). Comparando as situações anteriormente citadas com testemunha “no mato” para a dose 3 de adubação de cobertura, os métodos de controle testemunha “no limpo” e isoxaflutole + glyphosate foram igualmente superiores aos demais, enquanto testemunha “no mato” e a aplicação de isoxaflutole reduziram significativamente o crescimento em diâmetro das plantas a altura do solo.

Testemunha “limpa” foi o tratamento que promoveu maiores valores para o diâmetro medido a altura do peito, enquanto testemunha “no mato” foi significativamente inferior aos demais mediante a aplicação das doses 1 e 2 de adubação em cobertura (Tabela 11). Já para a dose 3 de adubação, testemunha “limpa”, glyphosate e isoxaflutole + glyphosate foram igualmente superiores, enquanto testemunha “no mato” e isoxaflutole restringiram o desenvolvimento dessa característica. Ainda para diâmetro a altura do peito, isoxaflutole + glyphosate foi apenas estatisticamente igual à testemunha “limpa” diante da aplicação da dose 3 de adubação de cobertura. Comparando-se as doses de adubação 2 e 3, para a situação de controle isoxaflutole + glyphosate, foram observados incrementos de, em média, 12,3%.

O fato das doses de adubação não terem promovido grandes efeitos na altura e diâmetro à altura do solo, por exemplo, pode ser explicado pelas baixas exigências de fertilidade do solo requeridas pelas plantas de eucalipto, bem como aos programas de melhoramento genético conduzidos no Brasil, possibilitando a

existência de clones melhorados geneticamente, e adaptados às condições edafoclimáticas regionais, como solos nutricionalmente carentes.

Contudo, é importante considerar que o eucalipto é uma cultura de ciclo bastante longo, e as avaliações supracitadas foram realizadas em plantas bastante jovens, existindo ainda a possibilidade de efeito das adubações ao longo dos anos. Algumas das plantas daninhas presentes na área, que inicialmente absorveram os nutrientes fornecidos as plantas de eucalipto através das adubações, podem devolver esses nutrientes ao ambiente ao final de seu ciclo. Também deve ser considerado que a competição intraespecífica pode promover diferentes efeitos ao longo do ciclo da cultura.

Florestas de eucaliptos têm se mostrado produtivas mesmo com recomendações de adubação bem aquém daquelas utilizadas para outras culturas agrícolas. Avaliando plantas de *Eucalyptus saligna* com diferentes espaçamentos e doses de adubação, em um período que compreendeu dos três aos dez anos de idade, BERGER et al. (2002) observaram que o fator adubação não influenciou significativamente na maioria das variáveis avaliadas. Contudo, o solo da área em estudo era predominantemente do tipo podzólico vermelho amarelo, de textura argilosa, profundo e bem-drenado.

Para a área foliar (Tabela 12), a aplicação das doses 1, 2 e 3 de adubação de cobertura associadas à testemunha “limpa” e isoxaflutole + glyphosate promoveram os maiores valores. Já para a dose 2, além dos métodos de controle anteriormente citadas, a aplicação glyphosate também teve destaque, se igualando a testemunha “limpa”. A testemunha “limpa” incrementou em média 52,8% a área foliar das plantas quando comparada a testemunha “no mato”, para a dose 3 de adubação em cobertura.

Avaliando a massa seca de folhas (Tabela 12), e independentemente da dose de adubação aplicada, a testemunha “no mato” e isoxaflutole foram às situações de controle que mais reduziram essa variável.

Tabela 12. Efeito da interação entre os fatores sobre a altura e os diâmetros das plantas de eucalipto aos 300 dias após o plantio. Boa Esperança do Sul, 2011.

<b>Massa Seca de Folhas (g)</b>			
Situações de controle	Doses de adubação de cobertura		
	dose 1	dose 2	dose 3
Testemunha no "mato"	667,3Ba	587,5Ca	571,1Ca
Testemunha "limpa"	1129,5Ab	1223,0Aab	1490,3Aa
Isoxaflutole	678,6Ba	614,7Ca	688,2Ca
Glyphosate	995,4Aa	986,6Ba	948,1Ba
Isoxaflutole + glyphosate	1105,1Ab	1204,0ABab	1393,8Aa
<b>Massa Seca de Caules (g)</b>			
Situações de controle	Doses de adubação de cobertura		
	dose 1	dose 2	dose 3
Testemunha no "mato"	1682,1Ba	1565,5Ca	1577,1Ca
Testemunha "limpa"	3089,9Aa	3356,2Aa	3417,9Aa
Isoxaflutole	1590,2Bab	1535,1Cb	1387,6Ca
Glyphosate	1951,9Ba	2170,1Ba	2945,9Ba
Isoxaflutole + glyphosate	2776,9Aa	2637,5Ba	3188,3Aa
<b>Área Foliar (dm<sup>2</sup>)</b>			
Situações de controle	Doses de adubação de cobertura		
	dose 1	dose 2	dose 3
Testemunha no "mato"	513,1Ca	386,8Ba	460,1Ca
Testemunha "limpa"	982,6Aa	990,1Aa	977,3Aa
Isoxaflutole	641,8BCa	464,8Ba	494,6Ca
Glyphosate	825,8ABa	803,2Aa	948,1ABa
Isoxaflutole + glyphosate	907,3Aa	936,1Aa	1092,2Aa

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os métodos de controle e minúsculas as doses de adubação de cobertura.

Comparando-se os valores da testemunha “no mato” e testemunha “limpa” para a aplicação da dose 2, foram observados incrementos de até 51,9% para a situação ausente de plantas daninhas. Para a menor dose de adubação (dose 1), testemunha “no limpo”, glyphosate e isoxaflutole + glyphosate se destacaram positivamente. Para a maior dose de adubação de cobertura aplicada (dose 3), testemunha “limpa” e isoxaflutole foram responsáveis pelos maiores valores de

massa seca das folhas. Para testemunha “no limpo”, a dose 3 de adubação promoveu incrementos, em média, de 18 e 12% na massa seca de folhas em relação as doses 1 e 2, respectivamente. Já para isoxaflutole + glyphosate, a superdose de adubação (dose 3) aumentou essa característica em cerca de 23,8 e 15,8% quando comparadas, respectivamente, a dose 1 e a dose 2.

Para a massa seca de caule (Tabela 12), testemunha “limpa” alcançou os maiores índices quando a dose recomendada de adubação em cobertura (dose 2) foi utilizada, enquanto para as doses 1 e 3 a testemunha “limpa” e isoxaflutole + glyphosate promoveram os maiores valores para essa característica. No entanto, apenas quando a dose recomendada para a cultura (dose 2) foi aplicada, glyphosate e isoxaflutole + glyphosate promoveram efeitos semelhantes na massa seca do caule. Comparando-se as situações testemunha “limpa” e testemunha “no mato”, ambas com a aplicação da dose 2 de adubação, foram observados incrementos de, em média, 53,3% para a situação livre de plantas daninhas. Ainda para massa seca de caule das plantas da testemunha “limpa”, a dose 3 de adubação promoveu incrementos de, em média, 10,6% quando comparado a dose 1, e a dose 2 aumentou em 8,6% a massa seca do caule em relação a dose 1. Já para o controle isoxaflutole + glyphosate a superdose de adubação (dose 3) incrementou a produção de massa seca do caule em aproximadamente 14,8 e 12,3%, quando comparado as doses 1 e 2, respectivamente.

A área foliar, a massa seca de folhas e a massa seca de caule (Tabela 12) foram às características mais sensíveis à interferência das plantas daninhas, já que estas apresentaram valores mais que 50% maiores quando livres da convivência com a comunidade infestante. As reduções observadas na área foliar e massa seca de folhas podem ser atribuídas a características naturais das plantas de eucalipto, como sua arquitetura foliar e seu grande investimento inicial em aumento da copa (folhas).

### **4.3. Efeitos dos tratamentos nos teores de nutrientes do solo**

As análises de solo indicaram que não houve diferenças significativas entre os métodos de controle ou entre as doses de adubação de cobertura aplicadas nos teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, matéria orgânica, saturação de bases e pH do solo analisado um mês após a primeira e a segunda parcela da adubação de cobertura, respectivamente (Anexos 3 e 4).

No entanto, esse resultado pode ter sido bastante influenciado pela localização onde foi realizada a coleta do solo.

Com base nas Tabelas de Classificação Química do Solo (VAN RAIJ et al., 1997) (Tabela 5) pode-se inferir que, aos 120 DAP e aos 240 DAP os teores foram baixos para pH, K e Mg e V%. Já os teores de P e Ca foram classificados como altos.

A quantidade alta de fósforo presente no solo pode ser justificada pela aplicação de adubo em suco após a passagem do subsolador antes do plantio, na adubação de plantio e pela própria ciclagem biogeoquímica de nutrientes que ocorre nos plantios florestais (GARCIA, 2010).

### **4.4. Efeitos dos tratamentos nos teores de nutrientes das folhas**

Para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) das folhas coletadas um mês após a primeira e a segunda parcela de adubação de cobertura não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os métodos de controle testadas, entre as doses de adubação de cobertura aplicadas ou para a interação desses fatores (Anexos 5 e 6).

Já aos 300 dias após o plantio (DAP) os maiores teores de N, P e K foram observados nas situações testemunha “limpa”, glyphosate e isoxaflutole + glyphosate (Tabela 13). Entre as situações, o menor teor desses nutrientes foi

sempre observado para testemunha “no mato”. Ainda para esses nutrientes, as doses de adubação de cobertura não foram significativas.

O maior valor para Ca foi observado na testemunha “limpa”, enquanto os menores teores foram encontrados nas situações testemunha “no mato” e isoxaflutole, que permitiram a convivência das plantas de eucalipto com a comunidade infestante. Para esse nutriente, foram constatadas diferenças entre as doses de adubação de cobertura, e a dose 3 incrementou o teor desse nutriente em, em média, 9,5% quando comparado as doses 1 e 2 (Tabela 13).

Tabela 13. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nas folhas aos 300 dias após o plantio (DAP). Boa Esperança do Sul, 2011.

<b>Análise Teores Foliare de Nutrientes aos 300 DAP</b>						
Situações de controle	Nutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg <sup>-1</sup>					
Testemunha "no mato"	28,6C	1,59C	10,6C	7,74B	3,29A	1,39B
Testemunha limpa	43,2A	2,60A	15,3A	8,15A	3,25A	2,60A
Isoxaflutole	36,5B	2,11B	13,5B	7,1B	3,20A	2,45A
Glyphosate	42,1A	2,45AB	16,5A	7,74AB	3,29A	2,56A
Isoxaflutole + glyphosate	42,8A	2,58A	15,2AB	7,87AB	3,14A	2,52A
<b>Doses de adubação em cobertura</b>						
Dose 1	38,1A	2,23A	14,0A	7,84AB	3,20A	2,24A
Dose 2	38,4A	2,35A	13,9A	7,28B	3,27A	2,28A
Dose 3	39,4A	2,22A	14,7A	8,05A	3,29A	2,40A
F situações	0,00**	0,00**	0,00**	0,04*	0,54ns	0,00**
F adubações	0,21ns	0,30ns	0,16ns	0,01*	0,71ns	0,05ns
F situações x adubações	0,67*	0,48*	0,21*	0,51*	0,32ns	0,10*
CV (%)	6,17	13,38	10,28	10,47	7,85	8,94
DMS situações	1,83	0,23	1,12	0,62	0,19	0,15
DMS adubações	2,77	0,35	1,70	0,93	0,29	0,23

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para Mg não foram constatadas diferenças entre os métodos de controle ou doses de adubação. Já para S, apenas foi observado que o menor valor foi referente à testemunha “no mato”, e esse foi reduzido em, em média, 45% quando comparado aos valores obtidos para as demais situações de controle (Tabela 13). No entanto, para S não foram observadas diferenças significativas entre as doses de adubação de cobertura.

Para as doses 1 e 2 de adubação de cobertura, os maiores teores de N nas folhas foram encontrados nos métodos de controle testemunha “limpa”, glyphosate e glyphosate + isoxaflutole (Tabela 14). Já diante da aplicação da dose 3 de adubação os maiores valores de N foram observados apenas para a testemunha “limpa” e isoxaflutole + glyphosate.

Tabela 14. Efeito da interação entre os fatores sobre teor de nitrogênio nas plantas de eucalipto aos 300 dias após o plantio. Boa Esperança do Sul, 2011.

<b>Teor de Nitrogênio nas Folhas (g kg<sup>-1</sup>)</b>			
	Doses de adubação de cobertura		
Situações de controle	Dose 1	Dose 2	Dose 3
Testemunha "no mato"	27,6Ca	28,7Ca	29,5Ca
Testemunha "limpa"	44,0Aa	41,9Aa	43,9Aa
Isoxaflutole	34,8Ba	36,8Ba	37,9Ba
Glyphosate	41,9Aa	42,0Aa	42,4Ba
Isoxaflutole + glyphosate	43,5Aa	41,4ABa	43,4Aa

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os métodos de controle e minúsculas as doses de adubação de cobertura.

BELLOTE & FERREIRA (1993) observaram correlação positiva entre o crescimento das árvores e o aumento do teor de N, indicando uma possível resposta a aplicações de fertilizantes nitrogenados em plantios com menores crescimentos. Esses dados corroboram os do presente experimento, já que os maiores teores foram observados nos tratamentos em que as plantas de eucalipto ficaram livres da convivência com as plantas daninhas, e, portanto, apresentaram

maior crescimento, não apenas para a altura das plantas, mas para outras características avaliadas.

Para a dose 1 de adubação de cobertura, apenas testemunha “no mato” apresentou teor de P estatisticamente diferente e inferior as demais situações de controle (Tabela 15). No entanto, para as doses 2 e 3 de adubação os maiores teores de P foram observados para testemunha “limpa”, glyphosate e glyphosate + isoxaflutole.

Embora com diferenças significativas, para as adubações de cobertura foram utilizados formulados NPK com nenhum ou pouco fósforo. A aplicação de adubos fosfatados foi realizada antes do plantio e na adubação de plantio, em doses comuns para todos os tratamentos.

Tabela 15. Efeito da interação entre os fatores sobre teor de fósforo nas plantas de eucalipto aos 300 dias após o plantio. Boa Esperança do Sul, 2011.

<b>Teor de Fósforo nas Folhas (g kg<sup>-1</sup>)</b>			
	Doses de adubação de cobertura		
Situações de controle	Dose 1	Dose 2	Dose 3
Testemunha "no mato"	1,47Ba	1,67Ba	1,62Ba
Testemunha "limpa"	2,45Aa	2,67Aa	2,67Aa
Isoxaflutole	2,20Aa	2,22ABa	1,92Ba
Glyphosate	2,57Aa	2,57Aa	2,60Aa
Isoxaflutole + glyphosate	2,45Aa	2,62Aa	2,67Aa

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os métodos de controle e minúsculas as doses de adubação de cobertura.

A situação de controle testemunha “no mato” apresentou os menores teores de potássio nas folhas, independentemente da dose de adubação de cobertura utilizada (Tabela 16). Segundo BELLOTE & FERREIRA (1993), os teores de K nas folhas apresentam correlação altamente significativa com a altura das árvores, que também pode ser observada no presente experimento, já que nas situações em

que houve algum controle das plantas daninhas, e portanto, o maior crescimento da cultura, os teores desse nutriente foram estatisticamente superiores.

Tabela 16. Efeito da interação entre os fatores sobre teor de potássio nas plantas de eucalipto aos 300 dias após o plantio. Boa Esperança do Sul, 2011.

<b>Teor de Potássio nas Folhas (g kg<sup>-1</sup>)</b>			
	<b>Doses de adubação de cobertura</b>		
<b>Situações de controle</b>	<b>Dose 1</b>	<b>Dose 2</b>	<b>Dose 3</b>
Testemunha "no mato"	9,7Ba	11,0Ba	11,1Ba
Testemunha "limpa"	15,5Aa	14,2Aa	16,4Aa
Isoxaflutole	13,5Aa	12,6ABa	14,5Aa
Glyphosate	16,1Aa	14,5Aa	16,0Aa
Isoxaflutole + glyphosate	15,4Aa	14,3Aa	15,8Aa

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os métodos de controle e minúsculas as doses de adubação de cobertura.

Para os teores de Ca nas folhas (Tabela 17) e na dose 1 de adubação, a testemunha "limpa" apresentou os maiores valores. Já para as doses 2 e 3, os teores de Ca foram estatisticamente semelhantes, independentemente da situação de controle adotada. Para testemunha "limpa" foi possível observar os incrementos proporcionados pelo aumento da dose de adubação nos teores de Ca. A dose 3 de adubação promoveu aumentos no teor de Ca de 15,96% e 5,35% em relação as doses 1 e 2 de adubação, respectivamente.

Contudo, a disponibilidade de cálcio nas folhas nem sempre está relacionada com o crescimento das plantas, por se tratar do nutriente que é muito acumulado em folhas, ramos e caule (BELLOTE & FERREIRA, 1993).

Tabela 17. Efeito da interação entre os fatores sobre teor de cálcio nas plantas de eucalipto aos 300 dias após o plantio. Boa Esperança do Sul, 2011.

<b>Teor de Cálcio nas Folhas (g kg<sup>-1</sup>)</b>			
Situações de controle	Doses de adubação de cobertura		
	Dose 1	Dose 2	Dose 3
Testemunha "no mato"	7,07Ba	7,17Aa	8,37Aa
Testemunha "limpa"	8,77Ab	7,37Aab	8,30Aa
Isoxaflutole	7,05Ba	7,25Aa	7,07Aa
Glyphosate	7,67ABa	7,17Aa	8,37Aa
Isoxaflutole + glyphosate	8,05ABa	7,42Aa	8,15Aa

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os métodos de controle e minúsculas as doses de adubação de cobertura.

Os teores de S foram diferenciados em função da situação de controle adotada e da dose de adubação utilizada (Tabela 18). Para a dose 1 de adubação, a aplicação de glyphosate promoveu os maiores valores de S, enquanto testemunha "no mato" foi responsável pelos menores teores de S nas folhas. Já para dose 2 de adubação apenas testemunha "no mato" foi estatisticamente inferior as outros métodos de controle. Para dose 3 os maiores teores de S foram observados quando as situações testemunha "limpa" e isoxaflutole + glyphosate foram empregadas.

Já quanto as adubações, para as situações testemunha "limpa", glyphosate e isoxaflutole + glyphosate, a dose 1 sempre promoveu os menores valores de S encontrados, enquanto para a dose 3 foram observados os maiores teores de S.

No entanto, a aplicação de S foi realizada apenas na primeira parcela de adubação de cobertura, cerca de sete meses antes da coleta de folhas para a realização dessa análise foliar.

Tabela 18. Efeito da interação entre os fatores sobre teor de enxofre nas plantas de eucalipto aos 300 dias após o plantio. Boa Esperança do Sul, 2011.

<b>Teor de Enxofre nas Folhas (g kg<sup>-1</sup>)</b>			
Situações de controle	Doses de adubação de cobertura		
	Dose 1	Dose 2	Dose 3
Testemunha "no mato"	1,35Ca	1,42Ba	1,40Ca
Testemunha "limpa"	2,35Bb	2,55Aab	2,90Aa
Isoxaflutole	2,45ABa	2,35Aa	2,60ABa
Glyphosate	2,80Ab	2,57Aab	2,32Ba
Isoxaflutole + glyphosate	2,30Bb	2,50Aab	2,77Aa

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os métodos de controle e minúsculas as doses de adubação de cobertura.

BELLOTE & FERREIRA (1993) concluíram que os teores de S, Fe, Mn e Zn nas folhas das árvores não são limitantes ao crescimento de plantas de *E. grandis*. Ainda segundo os autores, K e Mg foram os nutrientes mais limitantes ao desenvolvimento das plantas de eucalipto. Os resultados desse trabalho indicaram que há possibilidade de ganhos de produtividade com o aumento da adubação com N, P, K e Mg.

#### 4.5. Análise de correspondência canônica

Técnicas de análise multivariada têm sido frequentemente utilizadas a fim de buscar uma maior compreensão sobre as possíveis relações existentes em resultados de um experimento e identificar quais atributos mais contribuí para discriminar sistemas de manejo.

As variáveis independentes são os métodos de controle das plantas daninhas e as doses de adubação de cobertura utilizadas. A altura, área foliar, massa seca total e teores de nitrogênio, fósforo, magnésio e cálcio são variáveis dependentes.

O modelo multivariado utilizado para avaliar a relação da altura, área foliar, massa seca total e teores nutricionais nas folhas (todos aos 300 DAP) com os tratamentos foi a análise canônica (Figura 5), e seus componentes principais 1 e 2 (CP1 e CP2) apresentaram correlações canônicas de 61,21 e 16,65%, respectivamente.

A ordenação das variáveis é resumida pelas suas posições relativas ao longo de cada eixo. Assim, este diagrama possibilitou a visualização dos padrões de variação: os métodos de controle testemunha “limpa”, glyphosate e isoxaflutole + glyphosate sempre ficaram mais próximas as variáveis altura, área foliar, massa seca total e teores de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio, indicando uma forte relação entre elas, independentemente da dose de adubação utilizadas. As posições dos tratamentos (interação entre controles de plantas daninhas e doses de adubação de cobertura) indicam a similaridade entre elas e a importância do tratamento para a característica. Sendo assim, testemunha “limpa” e glyphosate associados à dose recomendada de adubação e isoxaflutole + glyphosate associados à dose recomendada e a metade dela foram considerados por esse modelo tratamentos bastante semelhantes.

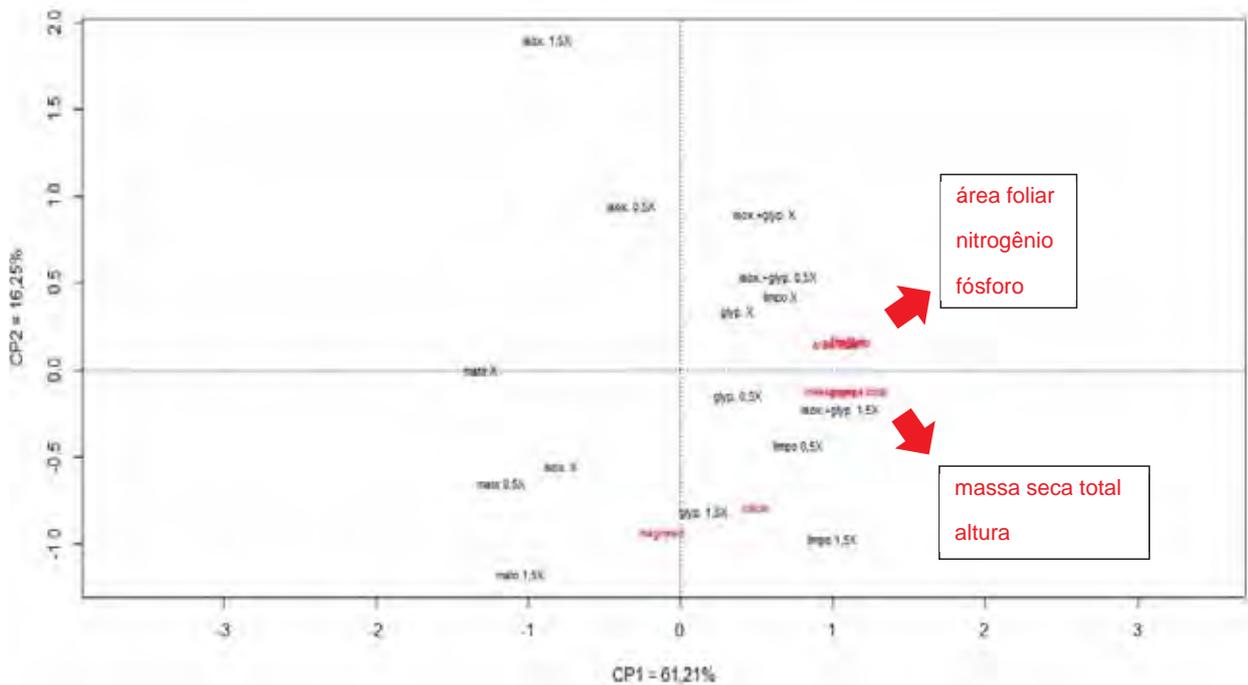


Figura 5. Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica. Nele estão representados os métodos de controle das plantas daninhas (mato: testemunha “no mato”; limpo: testemunha “limpa”; isox.: isoxaflutole; glyp.: glyphosate; isox.+glyp.: isoxaflutole+glyphosate), as doses de adubação de cobertura (0,5X: metade da dose recomendada para a adubação da cultura; X: dose recomendada para a adubação da cultura; 1,5X: uma e meia dose recomendada para a adubação da cultura) e as características altura, área foliar, massa seca total e teores de nitrogênio, fósforo, magnésio e cálcio.

Embora representado graficamente, este diagrama reflete os resultados descritos nas tabelas: os métodos de controle testemunha “limpa”, isoxaflutole + glyphosate e glyphosate foram as que promoveram os maiores valores para a maioria das características avaliadas, já que permaneceram livres da convivência com as plantas daninhas por todo o período experimental ou grande parte dele.

Os teores de nitrogênio e fósforo estão bastante próximos das características altura, área foliar e massa seca total das plantas, indicando uma grande correlação destes fatores com seu crescimento.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

a. Aos 300 dias após o plantio do eucalipto, a área foliar, a massa seca de folhas e a massa seca de caule foram as características mais sensíveis à interferência das plantas daninhas.

b. Quando em convivência com as plantas daninhas, as doses de adubação de cobertura não promoveram alterações significativas nas características avaliadas. Nessa situação, plantas de eucalipto e plantas daninhas competiram, e provavelmente compartilharam do adubo fornecido. Já nos tratamentos que ficaram livres da convivência com as plantas daninhas por todo o período avaliado ou por grande parte dele, a maior dose de adubação de cobertura foi responsável pelos maiores valores de massa seca de folhas e caule, bem como para o diâmetro a altura do peito. Nessas condições, o adubo fornecido foi sempre ou em grande parte do tempo, aproveitado exclusivamente pelas plantas de eucalipto.

c. As doses de adubação não promoveram alterações para as características altura, diâmetro a altura do solo e área foliar, mesmo quando livres da convivência com as plantas daninhas.

d. Não houve diferença entre os teores de P, K, Ca, Mg, matéria orgânica, saturação de bases e pH no solo, nem entre os teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas entre os métodos de controle ou entre as doses de adubação de cobertura aplicadas aos 120 e 240 dias após o plantio.

e. Aos 300 dias após o plantio, os maiores teores de N, P e K nas folhas foram observados nas situações testemunha “limpa”, glyphosate e isoxaflutole + glyphosate, enquanto o maior valor para Ca foi observado na testemunha “limpa”. Apenas para Ca, foram constatadas diferenças entre as doses de adubação de cobertura, e a dose 3 incrementou o teor desse nutriente, em média, 9,5% quando comparado as doses 1 e 2.

## **6. CONCLUSÕES**

Quando em convivência com as plantas daninhas, as doses de adubação de cobertura não promoveram alterações significativas na maioria das características avaliadas. Já nos tratamentos que ficaram livres da convivência com as plantas daninhas por todo o período experimental ou por grande parte dele, a maior dose de adubação de cobertura foi responsável pelos maiores valores de massa seca de folhas e caule, bem como diâmetro a altura do peito. As doses de adubação não promoveram alterações para as características altura, diâmetro a altura do solo e área foliar, mesmo quando livres da convivência com as plantas daninhas.

## 7. REFERÊNCIAS

- ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTAS. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2010**. 2011. Disponível em: <[www.abraflor.org.br/estatisticas.asp](http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp)>. Acesso em: 20 nov. 2011.
- ABREU, M. A.; VETTER, D. A análise de relações entre conjuntos de variáveis na matriz geográfica: correlação canônica. **In: FAISSOL, S. Tendências atuais na geografia urbano/ regional: teorização e quantificação**. Rio de Janeiro: IBGE, 1978. p. 133-144.
- ADORYAN, M.L.; BENDECK, O.B.; GELMINI, G.A. Eficácia e seletividade do herbicida isoxaflutole na cultura de *Eucalyptus grandis*. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 2002, Gramado. Resumos.... Londrina, 2002. p. 572.**
- AGOSTINETTO, D.; TAROUCO, C.P.; MARKUS, C.; OLIVEIRA, E.; SILVA, J.M.B.V.; TIRONI, S.P. Seletividade de genótipos de eucalipto a doses de herbicidas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 585-598, 2010.
- ALCÂNTARA E.N.; FERREIRA M.M. Efeitos de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade física do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 24, p. 711-721, 2000.
- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2004. 442p.
- ATTIWILL, P.M. Nutrient cycling in a *Eucalyptus oblique* (L'Herit) forest. IV. Nutrient uptake and nutrient return. **Australian Journal of Botany**, v. 28, n. 2, p. 199-222, 1980.
- BALLARD, R. Fertilization of plantations. **In: BOWEN, G. D.; NAMBIAR, E. K. S. (Eds.) Nutrition of plantation forests**. London: Academic Press, 1984. p. 327-360.
- BALLONI, E. A. **Efeitos da fertilização mineral sobre o desenvolvimento do *Pinus caribaea* Morelet Var. bahamensis (Griseb) Barret et Golfari em solo de**

- cerrado do Estado de São Paulo.** 1984. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1984.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. Eucalypt nutrition and fertilizer regimes in Brazil. In: ATTIWILL, P.M. (Ed.) **Nutrition of Eucalyptus.** Collingwood: CSIRO, 1996. p.335-355.
- BELLOTE, A.F.J; FERREIRA, C.A. Nutrientes minerais e crescimento de árvores adubadas de *Eucalyptus grandis*, na região de cerrado, no estado de São Paulo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 26/27, p. 17-28, 1993.
- BERGER, R.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; HASELEIN, C.R. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 2, p. 75-87, 2002.
- BEZUTTE, A.J.; TOLEDO, R.E.B.; PITELLI, R.A.; ALVES, P.L.C.A. Efeito da densidade de plantas de *Brachiaria decumbens* sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20, 1995. Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: 1995. p. 272-273.
- BODE, L.E. Downwind drift deposits by ground applications. In: PESTICIDE DRIFT MANAGEMENT SYPOSIUM, 1984, Brookings, SD. **Proceedings...** Brookings, SD: South Dakota University. 1984. p. 49-52.
- BRENDOLAN, R.A.; PELLEGRINI, M.T.; ALVES, P.L.C.A. Efeitos da nutrição mineral na competição inter e intraespecífica de *Eucalyptus grandis* e *Brachiaria decumbens*: 1- crescimento. **Scientia Forestalis**, n. 58, p. 49-57, 2000.
- CAMPOS, D.T.S.; SILVA, M.C.S.; LUZ, J.M.R.; TELESFORA, R.J.; KASUYA, M. Colonização micorrízica em plantios de eucalipto. **Revista Árvore**, v.35, n.5, p.965-974, 2011.
- COSTA, A.G.; ALVES, P.L.C.A.; PAVANI, M.C.M.D. Períodos de interferência de trapoeraba (*Commelina benghalensis* Hort.) no crescimento inicial de eucalipto (*E. grandis* W. Hill ex Maiden). **Revista Árvore**, v.28, n.4, p.471-478, 2004.

CRANE, W.J.B.; RAISON, R.J. Removal of phosphorous in logs when harvesting *Eucalyptus delegatensis* and *Pinus radiata* forests on short and long rotations. **Australian Forestry**, v. 43, n. 4, p. 253-260, 1981.

DINARDO, W.; TOLEDO, R.E.B.; ALVES, P.L.C.A.; PITELLI, R.A. Efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq. sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 59-68, 2003.

DUKE, S.O.; CEDERGREEN, N.; VELINI, E.D.; BELZ, R. Hormesis and phytotoxins: hormesis: is it an important factor in herbicide use and allelopathy. **Outlooks on Pest Management**, p. 29-33, 2006. Disponível em: <<http://www.dose-response.org/news/Hormesis-review.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2012.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL - EWRC. Report of the 3rd and 4th meetings of EWRC. Committee of Methods in Weed Research. **Weed Research**, v.4, p.88, 1964.

FONSECA, L.B.; CAMPOSILVAN, D. Herbicida de translocação e técnicas de aplicação. **Série Técnica IPEF**, v. 4, n. 12, p. 69-76, 1987.

FRANZ, J.E. Discovery, development and chemistry of glyphosate. In: GROSSBARD, E.; ATKISON, D. (Ed). **The herbicide glyphosate**. London: Butterworths, 1985. p. 3-17.

FRANSEN, A.S.; DOUCHES, D.S.; KELLS, J.J. Inheritance of isoxaflutole tolerance in corn. **North Central Weed Science Society**. Abstr. 56. [CD-Rom Computer file]. North Central Weed Sci. Soc., Champaign: 2001.

GARAU, A.M.; GHERSA, C.M.; LEMCOFF, J.H.; BARAÑAO, J.J. Weeds in *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell) establishment: effects of competition on sapling growth and survivorship. **New Forests**, v. 37, p. 251–264, 2009.

GARCIA, E.A. **Caracterização física e química do solo e avaliação do desenvolvimento de plantas de eucalipto em função do espaçamento e da adubação, visando à colheita precoce para utilização em bioenergia**. 2010.

- 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Unesp, Botucatu, 2010.
- GIL, Y.; SINFORT, C. Emission of pesticides to the air during sprayer application: a bibliographic review. **Atmospheric Environment**, v. 39, p. 5183-5193, 2005.
- GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de Adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e Espécies Típicas da Mata Atlântica. **DOCUMENTOS FLORESTAIS**, v. 15, p. 1 – 23, 1995.
- GRUYS, K.J.; SIKORSKI, J.A. Inhibitors of tryptophan, phenylalanine and tyrosine biosynthesis as herbicides. In: SINGH, B. K. **Plant amino acids: biochemistry and biotechnology**. New York: Marcel Dekker, 1999. p. 357-384.
- VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônomo/Fundação IAC. 2 ed. 1997. 285p.
- JAWORSKI, E.G. Mode of action of N-phosphonomethylglycine: inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 20, p. 1195-1198, 1972.
- KOGAN, M.A.; OLATE, E.; FIGUEROA, R. Período crítico de control de malezas en el establecimiento del eucalipto. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE MALEZAS, 12, 1995. Montevideo. **Anales...** Montivideo: 1995, 136p.
- MARCHNER, H.; DELL, B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. **Plant Soil**, v.159, n.1, p.89-102, 1994.
- MARCHIORI JR., O.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; INOUE, M.H.; PIVETTA, J.P.; CAVALIERI, S.D. Efeito residual de isoxaflutole após diferentes períodos de seca. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 491-499, 2005.
- MELLO, H.A.; MASCARENHAS SOBRINHO, J.; SIMÕES, J.W. Resultados da aplicação de fertilizantes minerais na produção de madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. em solos de cerrado do Estado de S. Paulo. **IPEF**, n. 1, p. 7-26, 1970.
- MONQUERO, P.A.; SILVA, P.V.; BINHA, D.P.; AMARAL, L.R.; INACIO, E.M.; SILVA, A.C. Mobilidade e persistência de herbicidas aplicados em pré-emergência em diferentes solos. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 411-417, 2008.

- MORATELLI, E.M.; COSTA, M.D.; LOVATO, P.E.; SANTOS, M.; PAULILO, M.T.S. Efeito da disponibilidade de água e de luz na colonização micorrízica e no crescimento de *Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb. (BIGNONIACEAE). **Revista Árvore**, v.31, n.3, p.555-566, 2007.
- OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; NEVES, J.C.L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.15-23, 2003.
- PALLET, K.E.; LITTLE, J.P.; SHEEKEY, M.; VEERASEKARAN, P. The mode of action of isoxaflutole: Physiological effects, metabolism, and selectivity. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 62, p. 113-124, 1998.
- PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** p. 37.
- PITELLI, R.A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, v. 4, n. 12, p. 1-24, 1987.
- PITELLI, R.A.; MARCHI, S.R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1991. p.1-11.
- REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Eds.) **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 265-301.
- RODRIGUES, F.A.V. **Disponibilidade de cobre e zinco para mudas de eucalipto em solos de cerrado**. 70 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2009. 70 p.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6.ed. Londrina: Edição dos Autores, 2011. 697 p.
- SALGADO, T.P. **Efeito do glyphosate no crescimento, produção e qualidade da madeira do eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*)**. 2010. 77 p. Tese

- (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Unesp, Jaboticabal, 2010.
- SAMPAIO, A.N. História. In: ANDRADE, E. N. **O Eucalipto**. 2ª ed. Cia Paulista de Estradas de Ferro, SP. 1961. p. 58-64.
- SGARBI, F. **Produtividade do *Eucalyptus* sp em função do estado nutricional e da fertilidade do solo em diferentes regiões do Estado de São Paulo**. 2002. 114 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- SMITH, S.E.; READ, D.J. **Mycorrhizal symbiosis**. London: Academic Press, 1997. 605p.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42 p.
- SOUZA, M.C., ALVES, P.L.C.A.; SALGADO, T.P. Interferência da comunidade infestante sobre plantas de *Eucalyptus grandis* de segundo corte. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 85, p. 63-71, 2010.
- STAPE, J.; BINKLEY, D.; RYAN, M.G.; GOMES, A.N. Water use, water limitation, and water use efficiency in a *Eucalyptus* plantation. **Bosque**, v. 25, n. 2, p. 35–41, 2004.
- TAKAHASHI, E. N.; ALVES, P.L.C.A.; SALGADO, T.P.; FARIAS, M. A.; SILVA, A.C.; BIAGGIONI, B.T. Consequências da deriva de clomazone e sulfentrazone em clones de *E. grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, v.33, n.4, p.675-683, 2009.
- TAROUCO, C.P.; AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, L.E. SANTOS, L.S.; VIGNOLO, G. K.; RAMOS, L.O.O. Períodos de interferência de plantas daninhas na fase inicial de crescimento do eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 9, p. 1131-1137, 2009.
- TOLEDO, R.E.B. **Efeitos da faixa de controle e dos períodos de controle e de convivência de *Brachiaria decumbens* Stapf. no desenvolvimento inicial de plantas de *Eucalyptus urograndis***. Piracicaba, 1998. 77 f. Dissertação

(Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

TOLEDO, R.E.B.; ALVES, P.L.C.A.; VALLE, C.F.; ALVARENGA, S.F. Manejo de *Brachiaria decumbens* e seu reflexo no desenvolvimento de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, n.55, p.129-144, 1999.

TOLEDO, R. E. B.; VICTORIA FILHO, R.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A.; LOPES, M. A. F. Efeitos de períodos de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. **Planta Daninha**, n.18, v.3, p.395-404, 2000a.

TOLEDO, R. E. B.; VICTORIA FILHO, R.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A.; CADINI, M. T. D. Efeitos da faixa de controle do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. **Planta Daninha**, n.18, v.3, p.383-393, 2000b.

TOLEDO, R.E.B., DINARDO, W.; BEZUTTE, A. J.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A. Efeito da densidade de plantas de *Brachiaria decumbens* Stapf. sobre o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, n.60, p.109-117, 2001.

TOLEDO, R.E.B. **Faixas e períodos de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de eucalipto**. 2002. 130 f. Tese (Doutorado), Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

TOLEDO, R.E.B.; VICTÓRIA FILHO, R.; ALVES, P.L.C.A.; PITELLI, R.A.; LOPES, M.A. F. Faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de plantas de eucalipto. **Scientia Florestalis**, v. 64, p. 78-92, 2003.

TUFFI SANTOS, L.D.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; DUARTE, W.M.; TIBURCIO, R.A.S.; SANTOS, M.V. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006.

TUFFI SANTOS, L.D.; SANT'ANNA-SANTOS, B.F.; MEIRA, R.M.S.A.; TIBURCIO, R.A. S.; FERREIRA, F.A.; MELO, C.A.D.; SILVA, E.F.S. Danos visuais e

anatômicos causados pelo glyphosate em folhas de *Eucalyptus grandis*. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 9-16, 2008.

YINGLONG, C.; FENGZHEN, W.; DELL, B. Mycorrhizal succession and inoculant efficiency of dual inoculation on *Eucalyptus urophylla*. **Forestry Studies**, v.1, n.1, p.16-21, 1999.

## ANEXOS

Anexo 1. Altura das plantas de eucalipto, em cm, aos 30, 60 e 90 dias após o plantio (DAP). Boa Esperança do Sul, 2010.

<b>Altura das plantas (cm)</b>			
Situações de controle	Épocas de avaliação		
	30 DAP	60 DAP	90 DAP
Testemunha no "mato"	35,0A	43,2A	54,7A
Testemunha "limpa"	36,7A	45,8A	56,8A
Isoxaflutole	35,4A	44,0A	56,2A
Glyphosate	35,1A	43,1A	56,6A
Isoxaflutole + glyphosate	35,3A	44,1A	55,6A
<b>Doses de adubação de cobertura</b>			
dose 1	35,3A	44,4A	55,2A
dose 2	36,2A	44,8A	56,2A
dose 3	35,0A	43,0A	56,5A
F situações	0,81ns	0,46ns	0,72ns
F adubações	0,65ns	0,35ns	0,58ns
F situações x adubações	0,89ns	0,78ns	0,73ns
DMS situações	4,51	4,59	4,89
DMS adubações	2,98	3,03	3,23
CV (%)	10,93	8,98	7,53

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ns Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Anexo 2. Diâmetro a altura do colo das plantas de eucalipto, em cm, aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o plantio (DAP). Boa Esperança do Sul, 2010.

<b>Diâmetro a altura do colo (cm)</b>						
Situações de controle	Épocas de avaliação					
	30 DAP	60 DAP	90 DAP	120 DAP	150 DAP	180 DAP
Testemunha no "mato"	2,62A	5,20A	8,54A	14,3A	24,7A	31,7A
Testemunha "limpa"	2,83A	5,44A	8,82A	15,0A	25,9A	32,1A
Isoxaflutole	2,53A	5,23A	8,67A	14,8A	25,5A	32,9A
Glyphosate	2,57A	5,15A	8,91A	14,3A	26,6A	32,0A
Isoxaflutole + glyphosate	2,76A	5,29A	8,59A	14,6A	26,6A	32,0A
<b>Doses de adubação em cobertura</b>						
dose 1	2,65A	5,23A	8,62A	14,0B	24,9A	32,1A
dose 2	2,71A	5,40A	8,69A	14,6AB	26,3A	32,2A
dose 3	2,63A	5,30A	8,91A	15,2A	26,4A	32,4A
F situações	0,14ns	0,57ns	0,87ns	0,47ns	0,21ns	0,61ns
F adubações	0,74ns	0,60ns	0,82ns	0,00**	0,17ns	0,86ns
F situações x adubações	0,74ns	0,95ns	0,80ns	0,00**	0,68ns	0,79ns
DMS situações	0,37	0,60	1,13	1,24ns	2,60ns	2,25
DMS adubações	0,24	0,40	0,75	0,75	1,71	1,48
CV (%)	12,03	9,88	11,28	7,33	8,66	6,01

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ns Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Anexo 3. Teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, matéria orgânica, saturação de bases e pH do solo um mês após a primeira adubação de cobertura (120 dias após o plantio). Boa Esperança do Sul, 2010.

<b>Análise Química do Solo após 1ª Adubação de Cobertura (120 DAP)</b>							
Situações de controle	Teores avaliados						
	pH CaCl <sub>2</sub>	M.O. g dm <sup>-3</sup>	P resina mg dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg	V
				mmolc dm <sup>-3</sup>			%
Testemunha "no mato"	4,7A	11,0A	27,4A	0,92A	30,6A	2,25A	45,2A
Testemunha "limpa"	4,8A	13,9A	30,5A	1,01A	31,3A	2,50A	53,0A
Isoxaflutole	4,5A	12,6A	28,6A	1,05A	25,5A	1,91A	47,3A
Glyphosate	4,8A	12,8A	28,0A	0,89A	28,7A	1,59A	55,0A
Isoxaflutole + glyphosate	4,6A	14,5A	27,7A	0,99A	23,7A	1,58A	49,3A
<b>Doses de adubação de cobertura</b>							
Dose 1	4,6A	12,5A	27,1A	0,89A	25,1A	1,90A	47,6A
Dose 2	4,6A	13,5A	28,0A	1,02A	29,2A	1,70A	50,3A
Dose 3	4,7A	12,8A	30,9A	1,02A	30,6A	2,31A	52,0A
F situações x adubações	0,98ns	0,89ns	0,81ns	0,84ns	0,93ns	0,39ns	0,90ns
CV (%)	20,80	35,28	51,11	35,63	29,64	45,16	23,19

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Anexo 4. Teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, matéria orgânica, saturação de bases e pH do solo um mês após a segunda adubação de cobertura (240 dias após o plantio). Boa Esperança do Sul, 2011.

<b>Análise Química do Solo após 2ª Adubação de Cobertura (240 DAP)</b>							
Situações de controle	Teores avaliados						
	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	V
	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>		mmolc dm <sup>-3</sup>		%
Testemunha "no mato"	4,7A	13,7A	46,4A	1,08A	28,5A	2,0A	42,0A
Testemunha "limpa"	4,8A	15,8A	65,1A	1,24A	42,5A	3,3A	45,3A
Isoxaflutole	4,5A	15,2A	46,5A	1,25A	25,5A	2,3A	36,4A
Glyphosate	4,8A	14,5A	56,2A	2,30A	40,0A	4,3A	48,7A
Isoxaflutole + glyphosate	4,7A	16,1A	45,3A	1,31A	24,5A	3,5A	40,5A
<b>Doses de adubação de cobertura</b>							
Dose 1	4,7A	15,9A	39,1A	1,9A	29,8A	2,50A	43,7A
Dose 2	4,7A	15,0A	42,2A	1,1A	33,1A	3,61A	41,1A
Dose 3	4,7A	14,4A	60,5A	1,5A	33,9A	3,23A	42,9A
F <sub>situações x adubações</sub>	0,99ns	0,57ns	0,62ns	0,56ns	0,81ns	0,54ns	0,99ns
CV (%)	12,55	33,35	58,80	126,7	127,9	85,37	72,65

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Anexo 5. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nas folhas aos 120 dias após o plantio. Boa Esperança do Sul, 2011.

<b>Análise Teores Foliare de Nutrientes aos 120 DAP</b>						
Situações de controle	Teores avaliados					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg <sup>-1</sup>					
Testemunha "no mato"	40,32A	2,75A	12,18A	7,23A	3,20A	2,38A
Testemunha limpa	40,91A	2,80A	12,23A	7,10A	3,31A	2,65A
Isoxaflutole	40,65A	2,40A	12,96A	6,66A	3,10A	2,16A
Glyphosate	40,97A	2,83A	12,63A	6,71A	3,18A	2,31A
Isoxaflutole + glyphosate	41,90A	2,51A	13,55A	7,35A	3,13A	2,51A
<b>Doses de adubação</b>						
Dose 1	40,60A	2,51A	12,41A	7,57A	3,13A	2,30A
Dose 2	40,36A	2,61A	12,92A	7,51A	3,20A	2,43A
Dose 3	40,84A	2,57A	12,81A	7,57A	3,23A	2,49A
F situações x adubações	0,47ns	0,75ns	0,20ns	0,27ns	0,35ns	0,54ns
CV (%)	5,78	12,2	8,99	12,44	7,51	14,79
DMS situações	4,21	0,55	2,03	1,65	0,42	0,63
DMS adubações	2,74	0,36	1,32	1,08	0,27	0,41

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Anexo 6. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nas folhas aos 240 dias após o plantio. Boa Esperança do Sul, 2011.

<b>Análise Teores Foliare de Nutrientes aos 240 DAP</b>						
Situações de controle	Teores avaliados					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg <sup>-1</sup>					
Testemunha "no mato"	30,04A	1,58A	10,31A	8,81A	2,93A	1,73A
Testemunha limpa	31,13A	1,63A	11,03A	8,30A	2,81A	1,63A
Isoxaflutole	29,00A	1,55A	11,98A	8,73A	2,88A	1,63A
Glyphosate	29,75A	1,66A	10,53A	8,51A	2,96A	1,71A
Isoxaflutole + glyphosate	30,43A	1,63A	10,68A	8,88A	2,75A	1,46A
<b>Doses de adubação</b>						
Dose 1	29,66A	1,54A	10,09A	8,42A	2,84A	1,63A
Dose 2	30,06A	1,63A	10,91A	8,62A	2,88A	1,63A
Dose 3	30,50A	1,67A	11,73A	8,91A	2,89A	1,65A
F situações x adubações	0,10ns	0,34ns	0,84ns	0,49ns	0,9ns	0,87ns
CV (%)	5,65	12,29	24,31	9,11	6,76	10,99
DMS situações	3,03	0,35	4,73	1,56	0,34	0,32
DMS adubações	1,97	0,23	3,08	1,02	0,22	0,2

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.