

**IVAN MATEUS MOURA**

**ABSORÇÃO DO GLIFOSATO PELAS RAÍZES, CAULE E FOLHAS DO  
EUCALIPTO E SEUS REFLEXOS NA QUALIDADE E  
PRODUTIVIDADE FLORESTAL**

**CURITIBA**

**2007**

**IVAN MATEUS MOURA**

**ABSORÇÃO DO GLIFOSATO PELAS RAÍZES, CAULE E FOLHAS DO  
EUCALIPTO E SEUS REFLEXOS NA QUALIDADE E  
PRODUTIVIDADE FLORESTAL**

Monografia apresentada com requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão Florestal no curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná

Orientador: Prof. Dr. Jose Henrique Pedrosa-Macedo

**CURITIBA**

**2007**

Aos meus pais e irmãos pela orientação familiar  
e amigos pelo companheirismo e apoio.

Dedico

## **AGRADECIMENTOS**

A

Suzano Papel e Celulose  
pela oportunidade oferecida.

Universidade Federal do Paraná e equipe de tutoria  
pela competência científica e organizacional na realização do curso.

Sérgio Bentivenha e Alecimar Teixeira  
pela grande amizade, incentivo e ensinamentos.

Prof. Dr. José Henrique Pedrosa da UFPR  
pelas orientações ao trabalho.

**A vida que a gente quer depende  
do que a gente faz.**

**Max Feffer**

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 MATERIAIS E METODOS .....</b>	<b>2</b>
2.1 ABSORÇÃO VIA RAÍZES .....	3
2.2 ABSORÇÃO VIA CAULE .....	5
2.3 ABSORÇÃO VIA FOLHAS .....	7
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>9</b>
3.1 ABSORÇÃO VIA RAÍZES .....	9
3.2 ABSORÇÃO VIA CAULE .....	10
3.3 ABSORÇÃO VIA FOLHAS .....	13
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>16</b>
<b>5 RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>17</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>18</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - ORGANOGRAMA DOS ENSAIOS REALIZADOS SIMULANDO A DERIVA ....	3
FIGURA 02 - PLANTAS PROTEGIDAS POR BALDES .....	4
FIGURA 03 - APLICAÇÃO DIRIGIDA SOBRE A LINHA DE PLANTIO .....	5
FIGURA 04 - ALTURA E CIRCUNFERENCIA DO COLO DAS PLANTAS AOS 6 MESES APÓS O PLANTIO .....	11
FIGURA 05 - CORRELAÇÃO ENTRE A QUANTIDADE DE GLIFOSATO APLICADA NO CAULE E OS TEORES DO HERBICIDA ENCONTRADO NAS FOLHAS DO EUCALIPTO .....	11
FIGURA 06 - CORRELAÇÃO ENTRE A QUANTIDADE DE GLIFOSATO APLICADA NO CAULE E O PERCENTUAL DE PLANTAS DE EUCALIPTO COM SINTOMAS DE FITOTOXICIDADE .....	12
FIGURA 07 - ILUSTRAÇÃO DO SINTOMA FOLIAR DA INTOXICAÇÃO VIA CAULE .....	12
FIGURA 08 - CARACTERIZAÇÃO DOS SINTOMAS DE QUEIMA VIA CAULE .....	13
FIGURA 09 - DECRÉSCIMO NA ALTURA DAS MUDAS AOS 50 E 90 DAT, RELATIVAMENTE AO NÍVEL DE QUEIMA E MATERIAL GENÉTICO .....	14
FIGURA 10 - PERCENTUAL DE FALHAS POR TRATAMENTO NA GLEBA 11D E CLONE BA980, AOS 48 MESES DE IDADE .....	14
FIGURA 11 - TRATAMENTO 2 AOS 1,5 ANOS DE IDADE .....	14
FIGURA 12 - TRATAMENTO 8 AOS 1,5 ANOS DE IDADE .....	15

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS GENÉTICOS UTILIZADOS.....	3
TABELA 02 - TRATAMENTOS UTILIZADOS NO ENSAIO DE ABSORÇÃO VIA RAÍZ.....	4
TABELA 03 - TRATAMENTOS UTILIZADOS NO ENSAIO DE ABSORÇÃO VIA CAULE COM APLICAÇÃO POR MEIO DE PINCELAMENTO.....	6
TABELA 04 - TRATAMENTOS UTILIZADOS NO ENSAIO DE ABSORÇÃO VIA CAULE COM APLICAÇÃO POR MEIO DE PULVERIZADOR COSTAL.....	7
TABELA 05 - TRATAMENTOS UTILIZADOS NO ENSAIO DE ABSORÇÃO VIA FOLIAR ....	8
TABELA 06 - ALTURA, DAP MÉDIO E CV% PARA OS TRATAMENTOS AOS 18 MESES DE IDADE, ABSORÇÃO VIA FOLIAR.....	13
TABELA 07 - VOLUME DE MADEIRA PARA OS DIFERENTES TRATAMENTOS AOS 18, 30 E 48 MESES DE IDADE.....	16

## RESUMO

O uso de herbicidas no manejo de plantas daninhas deve estar sempre aliado à preocupação com o risco de danos a organismos não-alvos e ao meio ambiente. A deriva compromete o controle das plantas daninhas e leva ao aumento compensatório da dosagem, elevando os gastos e causando danos ao eucalipto e ao meio ambiente. Esse trabalho teve como objetivo estudar a absorção do glifosato via raízes, caule e folhas do eucalipto e seus reflexos para a qualidade e produtividade florestal. Foram instalados experimentos simulando a deriva do glifosato nas folhas, no caule e sobre o solo. Não se constatou a absorção radicular de glifosato. Verificou-se alta correlação entre as quantidades de herbicida aplicadas no caule e os teores foliares de glifosato, evidenciando a absorção pelo caule. A aplicação do herbicida Roundup sobre o caule na concentração de 1,5% foi suficiente para provocar a fitotoxicidade ou morte de 20 a 60% das plantas e decréscimos médios de 17% na altura dos clones avaliados. O clone SZN 053 apresentou elevada tolerância ao herbicida aplicado no caule. Derivas foliares simuladas na fase inicial do plantio (3 meses) acarretaram decréscimos de aproximadamente 12% na produtividade, aos 4 anos de idade, e taxa de mortalidade de 15%. Houve recuperação do crescimento das plantas a partir do 3º ano de idade, principalmente para os tratamentos que receberam menor nível de queima.

Palavras-chave: Eucalipto, glifosato, deriva, fitotoxicidade.

## ABSTRACT

The use of herbicide in the handling of weeds must be always ally to the concern with the risk of damages the organisms not-targets and to the environment. The drift compromises the control of the harmful plants and takes to the compensatory increase of the dosage, raising the expenses and causing damages to eucalypt and the environment. This work had as objective to study the absorption of the glifosato considering roots, stem and leaves of eucalypt and its consequences for the quality and forest productivity. Experiments had been installed simulating the drift of the glyphosate in leaves, stem and on the soil. The glyphosate had not been absorbed for the roots. High correlation was verified between the amounts of herbicide applied in stem and foliages contents of glyphosate, evidencing the absorption for stem. The application of the herbicide Roundup on stem in the 1,5% concentration was enough to provoke the phytointoxication or death of 20% to 60% of the plants and average decreases of 17% in the evaluated height of clones. Clone SZN 053 presented high tolerance to the herbicide applied in stem. Drift derive foliages simulated in the initial phase from the plantation (3 months) had approximately caused decreases of 12% the productivity, to the 4 years of age, and tax of mortality of 15%. It had recovered of the growth of the plants from 3 years of age, mainly for the treatments that had received minor level from burning.

Word-key: *Eucalyptus spp*, glyphosate, drift, phytointoxication.

## 1 INTRODUÇÃO

Durante as últimas décadas, pesquisadores vêm estudando os efeitos da interferência das plantas daninhas sobre o crescimento e produtividade das espécies do gênero *Eucalyptus*. Dentre os efeitos da interferência, pode-se destacar a competição por água, luz e nutrientes, o fato de exercerem interferência de natureza alelopática, atuarem como hospedeiras intermediárias de pragas e patógenos e aumentarem riscos de incêndios. Além desses fatores, depara-se também com o aumento progressivo nos custos da mão-de-obra necessária para as operações de limpeza e manutenção dos plantios, justificando plenamente a preocupação com seu controle.

O manejo das plantas daninhas em reflorestamentos é baseado praticamente em métodos químicos e mecânicos, isolados ou combinados (TOLEDO et al., 2003). No caso das empresas florestais, que geralmente cultivam extensas áreas, não só a escassez de mão-de-obra, mas a necessidade de atingir elevados índices de produtividade, dentro de padrões econômicos aceitáveis, tem levado ao aumento do uso da capina química como alternativa para a redução dos custos de produção. Segundo TUFFI SANTOS (2005), o uso de herbicidas como ferramenta para o manejo de plantas daninhas deve estar sempre aliado à preocupação com o risco de ocorrência de danos a organismos não-alvos e ao meio ambiente.

Nesse contexto, o predomínio do uso do herbicida glifosato se destaca por exercer efetivo controle sobre um grande número de espécies de plantas daninhas (TOLEDO et al., 2003). Trata-se de um herbicida sistêmico, não-eletivo e altamente solúvel em água. Seu mecanismo de ação baseia-se na interrupção da rota do ácido chiquímico, responsável pela produção dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano, essenciais para a síntese protéica e divisão celular em regiões meristemáticas da planta. Uma das vantagens deste herbicida é sua baixa toxicidade a mamíferos e à vida aquática, sendo, ainda, um produto rapidamente inativado no solo (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998).

Segundo SPRANKLE (1975), citado por YAMASHITA (2004), a absorção do glifosato se dá principalmente por meio das folhas ou qualquer outra parte fotossinteticamente ativa das plantas, sendo fortemente inativado quando aplicado

ao solo. É moderadamente absorvido pela cutícula, necessitando em média seis horas sem chuvas após a aplicação para haver controle adequado de plantas sensíveis (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998).

A ocorrência de deriva compromete o controle das plantas daninhas e leva ao aumento compensatório da dosagem, elevando os gastos e causando danos ao eucalipto e ao meio ambiente. Os efeitos de doses letais de herbicidas sobre as folhas das plantas são conhecidos, sendo o contrário observado sobre os efeitos da exposição a doses não-letais, devido à deriva nas folhas e caule (PITELLI, 1991). Há autores (RODRIGUES et al., 1998; TUFFI et al, 2005) que citam a possibilidade de contato via exsudação radicular pelas plantas daninhas tratadas. O efeito da deriva de formulações herbicidas está diretamente ligado à quantidade do princípio ativo que chega às culturas que, por sua vez, está diretamente associado às doses recomendadas para o controle das plantas daninhas.

Uma vez em contato com o eucalipto, o glifosato pode causar danos diretos ou indiretos, como aumentar a suscetibilidade a doenças. Segundo RIZZARDI et al. (2003), citado por TUFFI SANTOS (2005), alguns dos efeitos dos herbicidas podem interferir nas reações das plantas ao ataque de patógenos, essa interferência pode ser quanto à severidade da doença ou na indução à síntese de fitoalexinas. A iminente possibilidade da ocorrência de injúrias causadas pela deriva justifica os estudos envolvendo a deriva simulada sobre as regiões de absorção e seus efeitos para o eucalipto.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo estudar a absorção do glifosato pelas raízes, caule e folhas de eucalipto nas áreas de produção da SUZANO PAPEL E CELULOSE, e avaliar os seus reflexos para a qualidade e produtividade florestal.

## **2 MATERIAIS E METODOS**

Para estudos dos efeitos causados pela deriva do glifosato na cultura do eucalipto, foram instalados ensaios contemplando as potenciais portas de absorção do herbicida, ou seja, absorção via raiz, caule e folha, como demonstrado na FIGURA 01.

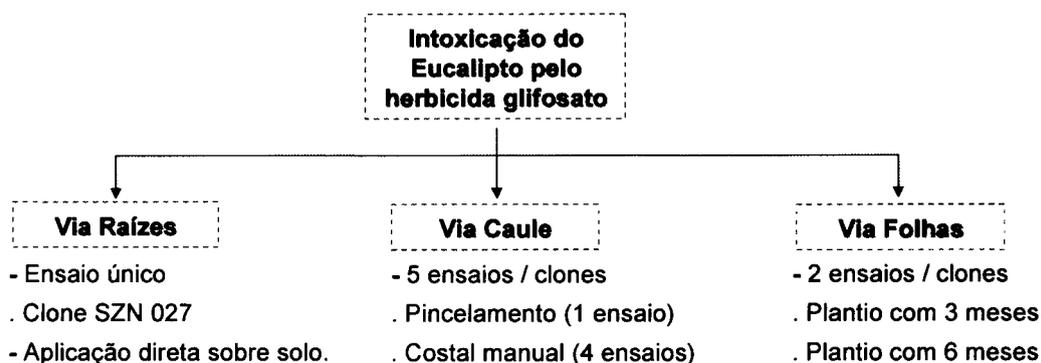


FIGURA 01 - ORGANOGRAMA DOS ENSAIOS REALIZADOS SIMULANDO A DERIVA (QUEIMA) DO GLIFOSATO NO EUCALITPO.

A ocorrência de sintomas atípicos observados em povoamentos novos de eucalipto plantados na Suzano Papel e Celulose, como a necrose do caule e o tombamento de mudas, além dos sintomas de fitotoxicidade nas folhas, levaram a instalação dos ensaios de deriva simulada via caule, nas plantas de eucalipto. Sintomas de fitotoxicidade especificamente em mudas do clone SZN 027 com três meses de idade, plantado sobre solo arenoso e com ausência de sinais de queima foliar, levou a instalação de experimentos para evidenciar a possibilidade de absorção do herbicida via sistema radicular.

Os materiais genéticos utilizados no ensaio são clones híbridos do *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* e Monoprogênes do *E. grandis*, conforme a TABELA 01.

TABELA 01 - CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS GENÉTICOS UTILIZADOS NOS ENSAIOS.

Clone	Descrição	Procedência
SZN 027	Híbrido <i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	Rio Claro - SP
SZN 051	Híbrido <i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	Rio Claro - SP
SZN 053	Híbrido <i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	Rio Claro - SP
SZN 061	Híbrido <i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	Rio Claro - SP
SZN 026	Monoprogênie <i>E. grandis</i>	Rio Claro - SP
SZN 098	Monoprogênie <i>E. grandis</i>	Rio Claro - SP

## 2.1 ABSORÇÃO VIA RAÍZES

O ensaio para evidenciar a ocorrência de absorção de glifosato pelas raízes em condições de campo foi instalado em março de 2006, na SPC (Suzano Papel e Celulose) Unidade Mucuri - BA, gleba 15C em uma área de 2<sup>o</sup> ciclo de cultivo, solo Argissolo amarelo abrupto A moderado, textura arenosa sobre média e relevo plano.

O clima segundo classificação de Koeppen é tipo Af (quente e úmido), com temperaturas médias acima de 22°C e pluviosidade média de 1.400 mm/ano. O experimento foi realizado com a aplicação simulada de herbicida (glifosato) em um plantio do clone SZN 027 com três meses de idade. Esse clone foi escolhido por apresentar grande sensibilidade ao glifosato.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições. Cada parcela foi constituída por 21 plantas mensuráveis, apresentando bordadura simples. O ensaio abrangeu uma área total de aproximadamente 0,6 ha e os tratamentos analisados estão descritos na TABELA 01.

TABELA 02 - TRATAMENTOS UTILIZADOS NO ENSAIO DE ABSORÇÃO VIA RAIZ.

<b>Tratamento</b>	<b>Descrição</b>
01	1 aplicação em área total
02	2 aplicações (1 área total + 1 linha)
03	4 aplicações (1 área total + 3 linha)
04	8 aplicações (1 área total + 7 linha)
05	Testemunha (capina manual)

Salvo o tratamento 05 (testemunha), os demais receberam uma aplicação de herbicida em área total para controle das plantas daninhas nas parcelas, sendo as demais aplicações realizadas nas linhas de plantio, em faixas de aproximadamente um metro, conforme demonstrado na FIGURA 02. As aplicações repetidas foram intercaladas entre operadores para evitar possíveis influências.



FIGURA 02 - PLANTAS PROTEGIDAS POR BALDES.

As plantas foram protegidas com o auxílio de baldes sem fundo para evitar qualquer risco de deriva do glifosato no caule e nas folhas. A pulverização do herbicida foi realizada com uma bomba costal pressurizada (FIGURA 03) Jacto e

bico com indução de ar (AI110015). O volume de calda aplicado foi diferente para cada tratamento em função do número de aplicações, sendo mantida a mesma concentração da calda, com 1% de Scout. As aplicações seqüenciais garantiram a aplicação nas doses de 1,6, 3,5, 6,5 e 14,5 kg de Scout ( $720 \text{ g i.a L}^{-1}$ ) por ha, respectivamente, para os tratamentos 1, 2, 3 e 4.



FIGURA 03 - APLICAÇÃO DIRIGIDA SOBRE A LINHA DE PLANTIO.

No momento da instalação do experimento (3 meses pós-plantio) e 90 DAT (dias após tratamento) mediu-se a altura e a circunferência do caule das plantas mensuráveis das parcelas. Os resultados foram avaliados estatisticamente pelo software Statistica, realizando a análise de variância dos dados e o teste de médias (Tukey a 5% probabilidade). Com 20 e 40 DAT realizou-se a avaliação visual de ocorrência de fitotoxicidade nas plantas e, aos 30 DAT, coletou-se amostras de folhas de cada tratamento para futura análise de concentração do glifosato. As folhas foram congeladas e armazenadas sob temperatura abaixo de zero grau Celsius.

## 2.2 ABSORÇÃO VIA CAULE

Os ensaios foram instalados em agosto de 2005 na Suzano Papel e Celulose, Itapetininga - SP, onde observou-se a ocorrência de sintomas atípicos de tombamento de plantas. Foram utilizados diferentes materiais genéticos e duas formas de aplicação (pincelamento e costal manual) para simular a deriva.

O ensaio com aplicação por pincelamento foi instalado na gleba 52C com o clone SZN 051 (*E. urophylla* x *E. grandis*). O solo local é classificado como Latossolo

vermelho distrófico típico A moderado, textura média, álico, relevo plano a suavemente ondulado. O clima segundo classificação de Koeppen é tipo Cwa (clima temperado húmido com inverno seco e verão quente, com Temperatura média do ar no mês mais quente > 22°C). Pluviosidade média de 1.200 mm/ano. Os tratamentos testados estão descritos na TABELA 02.

TABELA 03 - TRATAMENTOS UTILIZADOS NO ENSAIO DE ABSORÇÃO VIA CAULE COM APLICAÇÃO POR MEIO DE PINCELAMENTO.

Tratamento	Descrição (concentração de Roundup)
01	Aplicação c/ 0,25%
02	Aplicação c/ 0,5%
03	Aplicação c/ 1,0%
04	Aplicação c/ 2,0%
05	Aplicação c/ 4,0%
06	Testemunha, sem aplicação

A sistemática de aplicação foi padronizada para todos os tratamentos e realizada com o uso de um pincel, sendo a queima realizada em aproximadamente 5 cm do caule a partir do solo. Os tratamentos foram repetidos com 30 e 60 dias após o plantio. Aos 60 DAT (dias após tratamento) avaliou-se o percentual de plantas com sintomas de fitotoxicidade e mortalidade, bem como a correlação entre as doses aplicadas no caule e o teor foliar de glifosato.

As folhas coletadas foram armazenada em temperaturas abaixo de 0°C e enviadas para o laboratório de toxicologia da ESALQ/USP para análise. Os resultados foram avaliados estatisticamente pelo software Statistica, realizando a análise de variância dos dados e o teste de médias e correlações (Tukey a 5% probabilidade).

Os testes simulando a queima do caule com pulverizadores costais foram realizados em 4 ensaios instalados na gleba 53D, onde trabalhou-se com 4 materiais genéticos, sendo 2 híbridos (*E. grandis* x *urophilla*) e 2 monoprogênes (*E. grandis*), ou seja, os clones SZN 061 e SZN 053 e as monoprogênes SZN 026 e SZN 098. Os tratamentos utilizados nesses ensaios estão descritos na TABELA 03.

TABELA 04 - TRATAMENTOS UTILIZADOS NO ENSAIO DE ABSORÇÃO VIA CAULE COM APLICAÇÃO POR MEIO DE PULVERIZADOR COSTAL.

<b>Tratamento</b>	<b>Descrição (concentração de Roundup)</b>
01	1 aplicação
02	2 aplicações consecutivas
03	4 aplicações consecutivas
04	Testemunha, sem aplicação

As aplicações foram realizadas 60 dias após o plantio com o uso de um pulverizador costal manual da marca Jacto, bico com indução de ar (AI110015) e pressão fixa de 2,5 bar. A concentração da calda utilizada foi padronizada em 1,5% (Roundup). No momento da aplicação, as plantas tiveram seus galhos amarrados evitando o menor risco de deriva do produto para as folhas. Aos 50 e 60 DAT avaliou-se os sintomas de fitotoxicidade e o desenvolvimento em altura das plantas.

### **2.3 ABSORÇÃO VIA FOLHAS**

Para a avaliação do efeito da absorção de glifosato pelas folhas de eucalipto, foram instalados dois ensaios em maio de 2003, na SPC Mucuri - BA, simulando a deriva nas folhas presentes na base da copa das plantas, sendo:

i) Clone SZN 098 com 3 meses de idade, gleba 11D, solo classificado como Argissolo Amarelo abrupto A moderado, textura arenosa sobre média e relevo plano. O clima segundo classificação de Koeppen é tipo Af (quente e úmido) com temperaturas médias acima de 22°C e pluviosidade média de 1.400 mm/ano.

ii) Clone SZN 027 com 6 meses de idade, gleba 13C, solo Argissolo Amarelo abrupto A moderado, textura arenosa sobre média e relevo plano. O clima segundo classificação de Koeppen é tipo Am (quente e úmido), com temperaturas médias entre 25°C e 27°C, temperaturas mínimas acima de 20°C e pluviosidade média de 1.300 mm/ano.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados contemplando quatro repetições para cada tratamento. Cada parcela foi constituída por 25 plantas mensuráveis, apresentando bordadura simples. Cada experimento abrangeu uma área total de 1,4 hectares e os tratamentos analisados estão descritos na TABELA 04.

TABELA 05. TRATAMENTOS UTILIZADOS NOS ENSAIOS DE ABSORÇÃO VIA FOLHAS PARA OS CLONES SZN 027 E SZN 097.

Tratamento	Idade de aplicação	Deriva simulada na copa *
1	3 meses	20% da copa
2	3 meses	40% da copa
3	6 meses	10% da copa
4	6 meses	20% da copa
5	3 e 6 meses	20% e 10% da copa
6	3 e 6 meses	40% e 20% da copa
7	Simulação de queima "conceição"	
8	Testemunha, sem queima	

\* pulverização em toda circunferência da copa nas alturas de 25 cm e 50 cm da superfície do solo, respectivamente, 20% e 40% da copa para aplicações aos 3 meses de idade e 10% e 20% da copa para as idades de 6 meses.

A aplicação do herbicida foi realizada com um pulverizador costal manual da Jacto e bico AI110015 com pressão entre 2,5 bar, utilizando calda a 2% de concentração do produto Roundup NA (360g i.a. L<sup>-1</sup>). A deriva foi simulada sistematicamente com a pulverização direcionada sobre a saia das plantas nas alturas de 25 cm e 50 cm da superfície do solo considerando, respectivamente, 20% e 40% da copa para aplicações aos 3 meses de idade e 10% e 20% da copa para as idades de 6 meses.

No tratamento 07 foi simulado a queima lateral provocada pela deriva do equipamento barra protegida (Conceição) com a aplicação de calda em 25 cm da copa aos 6 meses de idade, apenas nos galhos presentes na faixa de deslocamento das máquinas. Estabeleceu-se o tratamento 08 como testemunha onde não ocorreu a deriva sobre as plantas.

No momento da instalação dos ensaios, a gleba 13C apresentava plantio do clone SZN 027 já com 6 meses de idade e, dessa forma, contemplou-se apenas os tratamentos 3, 4, 7 e 8 para esse ensaio.

Aos 18, 30 e 48 meses de idade foi avaliado o crescimento e o percentual de mortalidade. No momento das avaliações de campo, foram registrados os sintomas de fitotoxicidade provocados pela absorção do herbicida. No experimento instalado na gleba 13C, realizou-se apenas a avaliação de 18 meses. Os resultados foram

avaliados estatisticamente pelo software Statistica, realizando a análise de variância dos dados e o teste de médias e correlações (Tukey a 5% probabilidade).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados e discussões seguem separados por tópicos visando a facilitar o entendimento do trabalho. Consideraram-se os aspectos de maior relevância dentro de cada ensaio, sempre focando a influência do herbicida na qualidade e produtividade das plantas de eucalipto.

#### **3.1 ABSORÇÃO VIA RAÍZES**

A aplicação do herbicida no solo chegou a apresentar um aumento de até oito vezes nas doses de glifosato (tratamento 04 - 13,2 kg de Scout/ha) em relação à dose recomendada para a área. Entre o 3º e o 15º dia, após a instalação do experimento, ocorreu precipitação acumulada de aproximadamente 95 mm.

Segundo RODRIGUES et al. (1998), citado por TUFFI SANTOS et al (2005), o glifosato em contato com o solo, via pulverização ou exsudado pelas plantas daninhas, pode ser adsorvido às partículas de solo, biodegradado pelos microrganismos do solo ou absorvido pelas raízes do eucalipto, principalmente aquelas muito próximas às raízes de plantas daninhas tratadas com o herbicida.

Nesse contexto, esperava-se a ocorrência de fitotoxicidade visual nas plantas do clone SNZ 027, porém, esse efeito não foi observado e os resultados de altura e circunferência do colo não apresentaram diferenças estatísticas significativas (5% de probabilidade) para os tratamentos, como pode ser observado na FIGURA 04. Desta forma, em função dos resultados não significativos, as amostras de folha não foram enviadas para análise laboratorial.

A absorção do glifosato pelo sistema radicular já foi observada em casa de vegetação, quando a aplicação do herbicida puro (Roundup NA) foi feita diretamente no solo e em vasos contendo solo arenoso. Contudo, devido a matéria orgânica e a argila presentes no solo nas condições de campo, esta possibilidade é bastante remota, não significando riscos expressivos para o plantio. Outro aspecto que deve ser considerado é que, em condições de campo a aplicação do herbicida deverá ser

dirigida às plantas invasoras, reduzindo as quantidades potenciais de produto que poderiam atingir o solo.

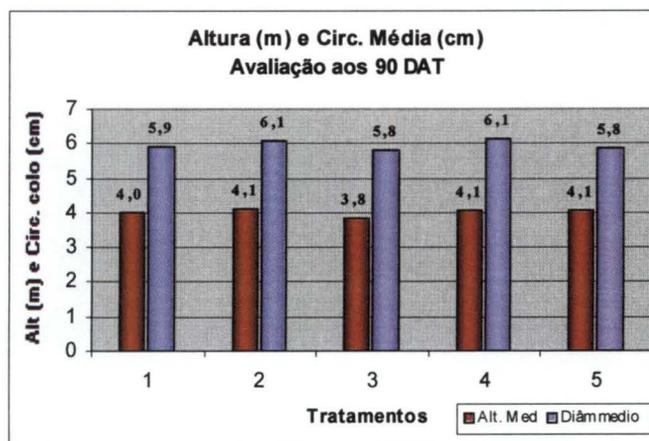


FIGURA 04 - ALTURA E CIRCUNFERÊNCIA DO COLO DAS PLANTAS AOS 6 MESES PÓS-PLANTIO (3 MESES APÓS TRATAMENTO).

TUFFI SANTOS et al.,(2005) estudaram o potencial de absorção e de fitotoxicidade do glifosato as plantas de eucalipto via aplicação direta no solo e via exsudação radicular por *Brachiaria decumbens* Stapf (Poaceae) em solo arenoso e argiloso. O estudo, conduzido em vasos, não revelou a ocorrência visual de injúrias na morfologia e desenvolvimento das plantas. Os resultados sugerem que as quantidades do herbicida exsudadas pelo sistema radicular para a solução nutritiva do solo podem ter sido muito baixas para provocarem injúrias no eucalipto.

Segundo RODRIGUES et al. (1998), os resultados observados são esperados uma vez que o glifosato é rapidamente absorvido pelos colóides do solo, não ficando disponível na solução do solo para absorção pelas plantas.

Provavelmente, as injúrias ocasionadas pelo herbicida nas áreas da Suzano Papel e Celulose sejam causadas, em partes, pela deriva do produto no caule, uma vez que observou ausência de queima foliar, apesar dos sintomas.

### 3.2 ABSORÇÃO VIA CAULE

No ensaio de aplicação do herbicida por meio de pincelamento no caule, observou-se correlação entre as quantidades aplicadas no caule, os teores foliares de glifosato (FIGURA 05) e o percentual de plantas com sintomas de fitotoxicidade, evidenciando a absorção pelo caule (FIGURAS 06 e 07).

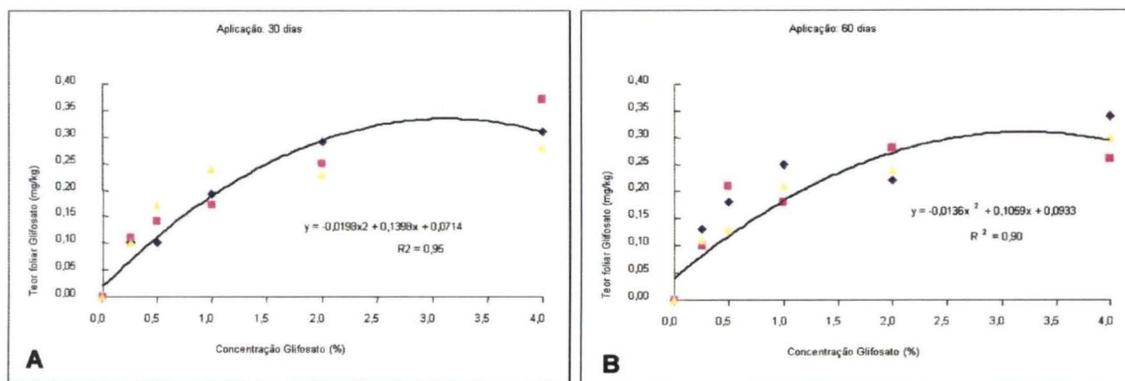


FIGURA 05 - CORRELAÇÃO ENTRE A QUANTIDADE DE GLIFOSATO APLICADA NO CAULE E OS TEORES DO HERBICIDA ENCONTRADOS NA FOLHA DO EUCALIPTO. (A) CORRELAÇÃO APLICAÇÃO 30 DIAS. (B) CORRELAÇÃO APLICAÇÃO 60 DIAS.

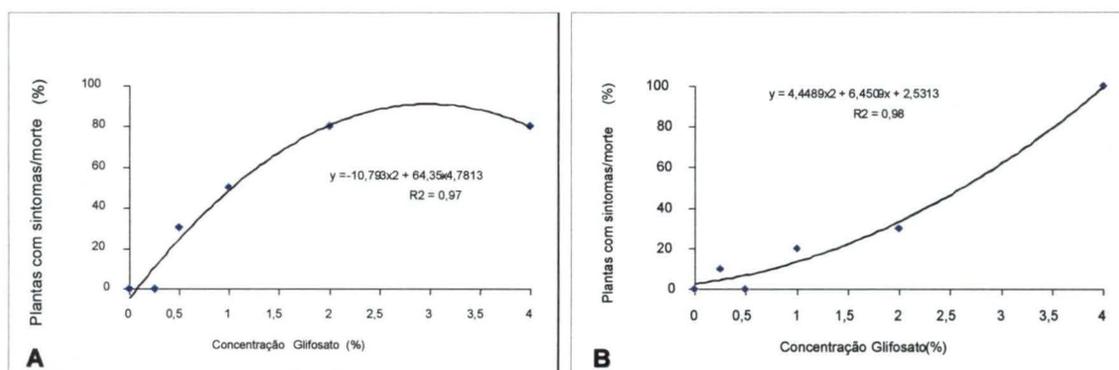


FIGURA 06 - CORRELAÇÃO ENTRE A QUANTIDADE DE GLIFOSATO APLICADA NO CAULE E O PERCENTUAL DE PLANTAS DE EUCALIPTO COM SINTOMAS DE FITOTOXICIDADE. (A) CORRELAÇÃO DE GLIFOSATO 30 DIAS. (B) CORRELAÇÃO DE GLIFOSATO 60 DIAS.

A correlação observada varia em função da dose (concentração) do herbicida aplicado via caule, ou seja, quanto maior a dose do glifosato, maior foi sua absorção pela plantas, ocasionando os sintomas de fitotoxicidade as mesmas.

Os sintomas se assemelham àqueles provocados por cupins de solo, caracterizando-se inicialmente pelo aparecimento de necroses na região afetada, seguido de estrangulamento, folhas com sintomas de fitotoxicidade e/ou de deficiência nutricional (devido aos danos causados pelo herbicida no floema) e tombamento das mudas (FIGURA 08).

A aplicação do herbicida Roundup com concentração de 1% já foi suficiente para provocar a fitotoxicidade ou morte de 20 a 50% das plantas, respectivamente, para aplicações em mudas com 90 e 60 dias após o plantio. Fato que evidencia o

efeito que a idade das plantas apresenta para a redução dos danos causados pela deriva do herbicida.



FIGURA 07 - ILUSTRAÇÃO DOS SINTOMAS FOLIARES DA INTOXICAÇÃO VIA CAULE. (A) DETALHE NA PLANTA; (B) PARCELA DO ENSAIO.



FIGURA 08 - CARACTERIZAÇÃO DOS SINTOMAS DE QUEIMA VIA CAULE. (A) DETALHE DO CAULE; (B) PARCELA DO ENSAIO.

Na aplicação com costal os sintomas foram idênticos aos observados na queima com pincelamento. Quanto maior o nível de queima, maior o dano observado. A deriva de glifosato no caule das mudas com 60 dias após plantio, na concentração de 1,5%, resultou em decréscimos na altura de aproximadamente 17% para os clones avaliados (exceto o clone SZN 053 que apresentou tolerância ao herbicida).

O maior número de clones utilizados nesse ensaio permitiu identificar diferentes níveis de sensibilidade entre os clones, em relação ao herbicida. Na FIGURA 09, podemos observar que o clone SZN 053 apresentou maior tolerância ao Glifosato, quando comparado aos demais clones avaliados, apresentando, inclusive, maior índice de recuperação após o dano.

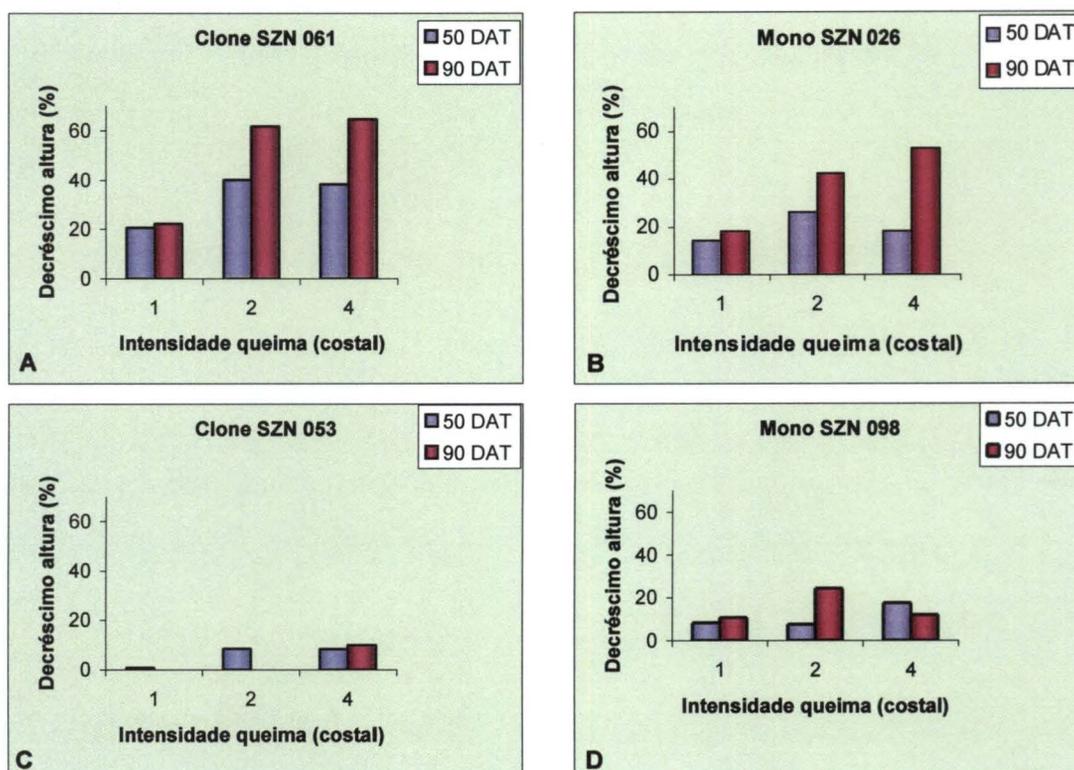


FIGURA 09. DECRÉSCIMO NA ALTURA DAS MUDAS, AOS 50 E 90 DIAS APÓS TRATAMENTO, RELATIVAMENTE, AO NÍVEL DE QUEIMA E MATERIAL GENÉTICO. (A) CLONE SZN 061; (B) MONOPROGENIE SZN 026; (C) CLONE SZN 053; (D) MONOPROGENIE SZN 098.

### 3.3 ABSORÇÃO VIA FOLHAS

Na gleba 13C, onde simulou-se a queima aos 6 meses de idade, o tratamento 4 (queima de 20% das folhas, em toda a circunferência da copa), quando comparado à testemunha, apresentou decréscimos em torno de 9% na altura e DAP (diâmetro a altura de 1,3 metros), aos 18 meses de idade (TABELA 05).

TABELA 06 - ALTURA, DAP MÉDIO E CV% PARA OS TRATAMENTOS AOS 18 MESES DE IDADE, GLEBA 13C, CLONE SZN 027.

Trat	Média		CV (%)	
	Diâm (cm)	Alt (m)	Diâm	Altura
3 (deriva aos 6 meses; 10% copa)	8,4 a	11,7 b	18,4	7,8
4 (deriva aos 6 meses; 20% copa)	7,7 b	10,9 c	22,8	13,6
7 (simulação queima "conceição")	8,4 a	12,9 a	14,4	4,4
8 (testemunha; sem queima)	8,5 a	12,0 b	20,2	16,2

Obs: médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente (Tukey a 5% de probabilidade).

Para os demais tratamentos não foi observada diferença significativa (5% probabilidade) em relação à testemunha. O percentual de mortalidade para o ensaio foi bastante expressivo, principalmente para os tratamentos que receberam deriva simulada nos dois períodos (3 e 6 meses), como podemos observar na FIGURA 10.

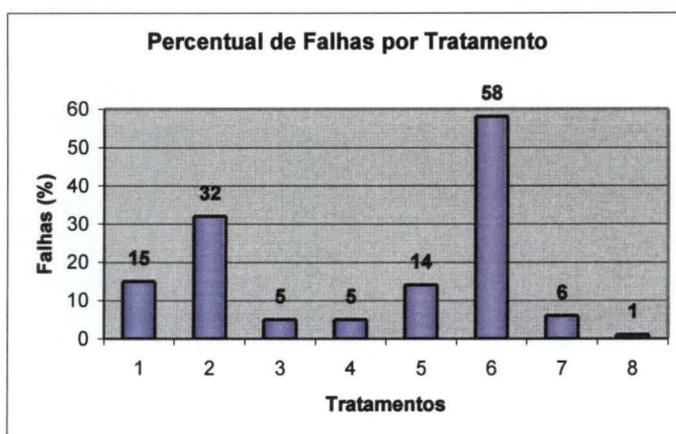


FIGURA 10 - PERCENTUAL DE MORTALIDADE POR TRATAMENTO NA GLEBA 11D, CLONE SZN 098, AOS 48 MESES DE IDADE.

Os tratamentos que receberam deriva no 3<sup>o</sup> mês de idade (1, 2, 5 e 6) apresentaram maior percentual de falhas comparado aos tratamentos onde a deriva ocorreu apenas aos 6 meses (3, 4 e 7). Outro fator que influenciou diretamente o percentual de mortalidade no 3<sup>o</sup> mês foi a área afetada pela deriva, ou seja, os tratamentos que receberam deriva em 40% da copa apresentaram maior percentual de mortalidade, comparado aos que tiveram menor percentual de copa afetada. A FIGURA 11 ilustra as falhas e a ocorrência de plantas daninhas ocasionada pela incidência de luz solar dentro da parcela. O aspecto do tratamento testemunha, que não recebeu a deriva simulada, pode ser observado na FIGURA 12.



FIGURA 11 - TRATAMENTO 2 AOS 1,5 ANOS DE IDADE (APLICAÇÃO DE 3 MESES, 40% DA COPA).



FIGURA 12 - TRATAMENTO 8 AOS 1,5 ANOS DE IDADE  
(TESTEMUNHA, SEM DERIVA SIMULADA).

De acordo com a TABELA 06, com 1,5 anos de idade o tratamento 8 (testemunha) apresentou volume de madeira superior aos demais tratamentos. A simulação de queima pela Conceição (Tratamento 07, barra protegida) provocou redução de aproximadamente 25% na produtividade, em relação à testemunha nessa idade. Contudo, nas avaliações de 2,5 e 4 anos, verificou-se a recuperação no crescimento das árvores para os tratamentos que receberam a queima apenas no 6º mês de idade (tratamentos 3, 4 e 7), evidenciando que, aparentemente, os menores níveis de intoxicação causaram impactos na produtividade somente nos três primeiros anos do plantio.

Os tratamentos, onde as plantas foram atingidas pelo herbicida apenas no 3º mês apresentaram perdas de produtividade de 12% a 27%, no 4º ano de idade, respectivamente, para a queima foliar em 20% e 40% da copa (na circunferência, a partir da base).

Para os tratamentos onde a queima de herbicida ocorreu tanto no 3º como no 6º mês as perdas foram maiores, com decréscimos de até 64% na produtividade aos 4 anos de idade (tratamento 6 em relação à testemunha). O percentual de mortalidade também foi bastante afetado nos tratamentos onde a queima foi feita durante o 3º mês (tratamentos 1, 2, 5 e 6).

O percentual de mortalidade foi monitorado durante a condução do ensaio e verificou-se que o mesmo foi mantido entre as avaliações realizadas aos 18 e 48 meses de idade.

TABELA 07. VOLUME DE MADEIRA ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) PARA OS DIFERENTES TRATAMENTOS AOS 18, 30 E 48 MESES DE IDADE E PERCENTUAL DE FALHAS. GLEBA 11D, CLONE SZN 098.

Trat	Volume $m^3 \cdot ha^{-1}$			Incrém. Vol. (%)*	Falhas (%)
	1,5 anos	2,5 anos	4 anos		
1 (deriva aos 3 meses; 20% copa)	26,9 bcd	131,4 ab	227,1 ab	-12	15
2 (deriva aos 3 meses; 40% copa)	14,4 de	87,5 bc	188,3 b	-27	32
3 (deriva aos 6 meses; 10% copa)	41,4 abc	154,2 a	268,9 a	5	5
4 (deriva aos 6 meses; 20% copa)	34,3 bc	141,3 ab	253,6 ab	-1	5
5 (deriva aos 3 e 6 meses; 20% e 10% copa)	23,0 cd	119,2 ab	216,8 ab	-16	14
6 (deriva aos 3 e 6 meses; 40% e 20% copa)	5,5 e	41,4 c	93,2 c	-64	58
7 (simulação queima "conceição")	41,7 ab	148,9 a	256,8 ab	0	6
8 (testemunha; sem queima)	56,5 a	146,5 ab	256,7 ab	0	1

**Obs:** médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente (Tukey a 5% de probabilidade).

\* Incremento em volume de madeira ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) comparado à testemunha aos 4 anos.

É importante ressaltar que apesar da aparente recuperação das plantas em produção ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) para os tratamentos 1, 4, 5 e 7, não se preconiza a redução da preocupação para o controle da deriva, pois, existem outros fatores que devem ser considerados, como: i) o ensaio foi realizado no clone SZN 098, aparentemente menos sensível ao glifosato em condições operacionais; ii) a deriva de herbicida propiciou aumento da mortalidade das plantas, parcelas menos homogêneas, com maior coeficiente de variação para altura e diâmetro e, conseqüentemente, maior número de plantas dominadas; iii) autores (Rizzardi, 2003; Tuffi Santos, 2005) citam que os herbicidas podem interferir nas reações das plantas ao ataque de patógenos e essa interferência pode ser relacionada quanto à severidade da doença ou a indução à síntese de fitoalexinas. Sabe-se, ainda, que o glifosato pode causar alterações fisiológicas nas plantas, influenciando na qualidade da madeira para a fabricação de celulose de eucalipto.

#### 4 CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento do trabalho, pôde-se concluir que:

- Mesmo aplicando doses de até 14,5 kg de Scout/ha, em condições de campo não foi constatada a absorção radicular do herbicida pelo clone SZN 027;
- Houve alta correlação entre as quantidades de herbicida aplicadas no caule e os teores foliares de glifosato, evidenciando a absorção do produto pelo caule;

- A aplicação do herbicida Roundup via caule, na concentração de 1,5%, foi suficiente para provocar a fitotoxicidade ou morte de 20 a 60% das plantas e decréscimos médios de 17% na altura dos clones avaliados (exceto para o clone SZN 053 que apresentou tolerância ao herbicida aplicado no caule);
- Quanto maior a idade das mudas, no momento das aplicações, menor o dano provocado pelo herbicida (deriva);
- Identificou-se variações de sensibilidade entre os clones estudados. O clone SZN 053 apresentou elevada tolerância ao herbicida aplicado no caule;
- Derivas foliares na fase inicial do plantio (3 meses) acarretaram decréscimos de aproximadamente 12% na produtividade, aos 4 anos de idade, e taxa de mortalidade de 15% (quando a queima ocorreu em 20% da copa);
- No 4º ano, os tratamentos que receberam deriva no 3º e 6º mês de idade, chegaram a apresentar decréscimos na produtividade de até 64% para o maior nível de queima;
- Houve alta recuperação do crescimento das plantas a partir do 3º ano de idade, principalmente para os tratamentos que receberam menor nível de queima e aquele onde foi simulado à deriva provocada pela barra protegida, no 6º mês, que resultou em produtividade igual à testemunha;

## **5 RECOMENDAÇÕES**

- Apesar da aparente recuperação das plantas em produção ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ), não se preconiza a redução da preocupação para o controle da deriva pois, existem outros fatores que devem ser considerados, como: i) sensibilidade do material genético; ii) taxa de mortalidade e heterogeneidade no povoamento; iii) possibilidade de influência sobre a resistência ao ataque de patógenos e sobre a qualidade da madeira.
- Instalação de novos experimentos para demonstrar o impacto na produtividade causado pela deriva do glifosato sobre as folhas de outros clones de eucalipto.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENTIVENHA, S. R.; **Avaliação da qualidade das pulverizações na DRN Bahia, período de 2001/2002.** Suzano Bahia Sul Papel e Celulose - BA, 2002. Relatório Técnico.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas.** Jaboticabal, FUNEP, 1990, p. 03-86.

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 Reflorestamentos, 3., Belo Horizonte, 1991, p. 1-11.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas.** 4.ed. Londrina: Edição dos autores, 1998. 648 p.

RIZZARD, M. A. et al. **Ação dos herbicidas sobre o mecanismo de defesa das plantas aos patógenos.** Ci. Rural, v. 33, n. 5, p. 957-965, 2003.

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

TUFFI SANTOS, L.D; FERREIRA, F.A; MEIRA, R.M.S.A; BARROS, N.F; FERREIRA, L.R; MACHADO, A.F.L. **Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate.** Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2005.

TUFFI SANTOS, L.D; FERREIRA, F.A; MEIRA, R.M.S.A; BARROS, N.F; FERREIRA, L.R; MACHADO, A.F.L. **Exsudação radicular do glyphosate por *Brachiaria decumbens* e seus efeitos em plantas de eucalipto e na respiração microbiana do solo.** Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 23, n. 1, p. 143 -152, 2005.



