

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DERIVA SIMULADA DO GLYPHOSATE E DO 2,4 D EM  
SERINGUEIRA**

**ANDRÉ ZOZ**

CASSILÂNDIA – MS

Agosto/2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DERIVA SIMULADA DO GLYPHOSATE E DO 2,4 D EM  
SERINGUEIRA**

**ANDRÉ ZOZ**

Orientador: **Prof. Dr. Rogério Soares de Freitas**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia - Sustentabilidade na Agricultura.

CASSILÂNDIA – MS

Agosto/2018

Z82d Zoz, André  
Deriva simulada do glyphosate e do 2,4 D em seringueira /  
André Zoz. Cassilândia, MS: UEMS, 2018.  
x, 54p.; 30cm

Dissertação (Mestrado) – Agronomia – Universidade  
Estadual de Mato Grosso do Sul, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Soares de Freitas

1. *Hevea brasiliensis* 2. Fitotoxicidade 3. Tolerância  
4. Epinastia 5. Brotação 6. Necrose 7. Clorose I. Título

CDD 23.ed. 633.8952



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA-  
PGAC



“DERIVA SIMULADA DO GLYPHOSATE E DO 2,4D EM CLONES DE  
SERINGUEIRA”

Acadêmico(a): André Zoz

Orientador(a): Rogério Soares de Freitas

APROVADO: 29/08/2018

Rogério Soares de Freitas  
Orientador(a)

João Francisco dos Santos

Marcos Doniseti Michelotto

*“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá”.*

***Ayrton Senna***

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, que sempre foi o autor da minha vida e do meu destino. O meio maior apoio nos momentos difíceis.

Dedico aos meus pais, Édio e Ana Maria Zoz por todo amor e carinho que recebi durante a elaboração desse trabalho e por toda a vida.

Dedico também aos meus avós paternos, Ambrósio e Magdalena (*In Memoriam*) e maternos, Daniel (*In Memoriam*) e Nelci.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por permitir que mais este sonho se torne realidade.

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio em cada momento de dificuldade, e todos os familiares.

Agradeço a meu orientador, Prof. Dr. Rogério Soares de Freitas, pela amizade e pelos ensinamentos transmitidos durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu primo, Professor e maior incentivador a seguir o caminho da pesquisa desde o início de minha jornada na faculdade, Prof. Dr. Tiago Zoz.

Agradeço a CAPES pela bolsa de estudos que permitiu realizar o Mestrado. Agradeço também a APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Instituto Agrônômico/IAC - Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais pela infraestrutura disponibilizada para condução e avaliação do experimento.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>5</b>
1.1. Aspectos Gerais da Seringueira.....	5
1.1.1. RRIM 600 .....	6
1.1.2. GT1 .....	7
1.1.3. PR 255 .....	8
1.2. Glyphosate.....	8
1.3. 2,4-D.....	9
1.4. Derviva de herbicidas.....	9
1.5. Referências bibliográficas .....	12
<b>CAPITULO 2. DERIVA SIMULADA DE GLYPHOSATE NO DESENVILVIMENTO INICIAL DE CLONES DE SERINGUEIRA.....</b>	<b>17</b>
2.1 Introdução.....	18
2.2 Material e Métodos.....	19
2.3 Resultados e Discussão .....	22
2.4 Conclusões.....	32
2.5 Referências Bibliográficas .....	32
<b>CAPITULO 3. DERIVA DE HERBICIDAS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SERINGUEIRA .....</b>	<b>35</b>
3.1 Introdução.....	36
3.2. Material e Métodos.....	37
3.3 Resultados e Discussão .....	40
3.4 Conclusões.....	53
3.5 Referências Bibliográficas .....	53

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Escala de notas de fitotoxidez.....	<b>21</b>
<b>Tabela 2.</b> Porcentagem de fitotoxicidade de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate em três clones comerciais aos 9, 21, 42, 120 e 180 dias após a aplicação (DAA) .....	<b>24</b>
<b>Tabela 3.</b> Porcentagem de crescimento em altura de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate em três clones de seringueira nos intervalos de 0 a 90, 91 a 150, 151 a 200, 201 a 400 e 0 a 400 dias após a aplicação (DAA).....	<b>27</b>
<b>Tabela 4.</b> Porcentagem de crescimento em diâmetro de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate em três clones de seringueira nos intervalos de 0 a 90, 90 a 150, 150 a 200, 201 a 400 e 0 a 400 dias após a aplicação (DAA).....	<b>30</b>
<b>Tabela 5.</b> Escala de notas de fitotoxidez.....	<b>39</b>
<b>Tabela 6.</b> Porcentagem de crescimento em altura nos intervalos de 0 a 30, 151 a 200, e em diâmetro, eentre 0 a 30 e 91 a 150 dias após a aplicação (DAA) de herbicidas simulando a deriva de herbicidas.....	<b>48</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Temperatura mínima, média e máxima (A) e pluviosidade (B) durante o período de condução do experimento no APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Instituto Agronômico/IAC - Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, no município de Votuporanga, SP.. .....**20**
- Figura 2.** Porcentagem de fitotoxidez de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de doses de glyphosate em seringueira aos 9, 21, 42, 120 e 180 dias após a aplicação (DAA). .....**23**
- Figura 3.** Sintomatologia da fitotoxicidade de folhas jovens de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate nas doses de 0% (A), 4 e 8% (B), 16% (C), 32% (C e D) e 64% (D e E) .....**25**
- Figura 4.** Relação comprimento/largura de folhas do primeiro lançamento foliar de clones de seringueira emitido após a deriva simulada de glyphosate.....**26**
- Figura 5.** Porcentagem de crescimento em altura de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate em seringueira nos intervalos de 0 a 90, 91 a 150, 151 a 200, 201 a 400 e 0 a 400 dias após a aplicação (DAA). .....**28**
- Figura 6.** Porcentagem de crescimento em diâmetro de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate em seringueira nos intervalos de 0 a 90, 91 a 150, 151 a 200, 201 a 400 e 0 a 400 dias após a aplicação (DAA) .....**29**
- Figura 7.** Porcentagem de sobrevivência de plantas de seringueira aos 400 dias após a aplicação (DAA) submetidas a deriva de glyphosate .....**31**
- Figura 8.** Temperatura mínima, média e máxima (A) e pluviosidade (B) durante o período de condução do experimento no APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Instituto Agronômico/IAC - Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, no município de Votuporanga, SP .....**38**
- Figura 9.** Sintomatologia de plantas de seringueira submetidas a deriva de 2,4D e da combinação de glyphosate e 2,4D aos 5 (A e B) e 9 (C e D) DAA .....**41**
- Figura 10.** Porcentagem de queda de folhas de seringueira submetidas a deriva de 2,4D, glyphosate e da combinação de ambos aos 45 DAA.....**42**
- Figura 11.** Porcentagem de fitotoxidez de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate, 2,4D e da combinação de ambos em seringueira aos 2, 5, 9, 21, 42 dias após a aplicação (DAA) .....**43**
- Figura 12.** Porcentagem de sobrevivência de plantas de seringueira aos 90 DAA submetidas a deriva simulada de 2,4D, glyphosate e a combinação de ambos.....**44**
- Figura 13.** Porcentagem de lesão no caule de seringueira submetidas a deriva simulada de 2,4D e da combinação de 2,4-D e glyphosate aos 45 DAA .....**45**

- Figura 14.** Sintomatologia do caule de seringueira submetidos a deriva de 2,4D e da combinação de glyphosate e 2,4D. Caule sem sintomas (A), caule parcialmente necrosado (B) e caule totalmente necrosado (C). .....46
- Figura 15.** Porcentagem de fitotoxidez de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate, 2,4D e da combinação de ambos em seringueira aos 120 dias após a aplicação (DAA) (emissão do primeiro lançamento foliar) e 180 DAA (emissão do segundo lançamento foliar) .....46
- Figura 16.** Porcentagem de crescimento em altura de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de 0, 4, 8, 16, 32 e 64% de glyphosate, 2,4D e da combinação de ambos, tendo como referência as doses de 1,440 e 804 g e.a. ha<sup>-1</sup>, de glyphosate e 2,4D, respectivamente, em seringueira nos intervalos de 0 a 30, 31 a 90, 91 a 150, 151 a 200, 201 a 400 e 0 a 400 dias após a aplicação (DAA) .....47
- Figura 17.** Porcentagem de crescimento em diâmetro de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de 0, 4, 8, 16, 32 e 64 % de glyphosate, 2,4D e da combinação de ambos, tendo como referência as doses de 1,440 e 804 g e.a. ha<sup>-1</sup>, de glyphosate e 2,4 D, respectivamente, em seringueira, nos intervalos de 0 a 30 (A), 31 a 90 (B), 91 a 150 (C), 151 a 200 (D), 201 a 400 (E) e 0 a 400 (F) dias após a aplicação (DAA).....50
- Figura 18.** Porcentagem de sobrevivência de plantas de seringueira aos 400 DAA submetidas a deriva simulada de 2,4D, glyphosate e a combinação de ambos .....51

## RESUMO GERAL

Com o objetivo de avaliar os efeitos da deriva de 2,4D e glyphosate em clones de seringueira foram conduzidos dois experimentos. O primeiro experimento teve como objetivo avaliar os efeitos causados pela deriva simulada de glyphosate em clones de seringueira. O experimento foi conduzido a campo, no município de Votuporanga – SP, no período de maio a dezembro de 2017. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x6, com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por três clones de seringueira (RRIM 600, GT1 e PR 255). O segundo fator foi constituído por seis doses de glyphosate (0,00; 57,60; 115,20; 230,40; 460,80; 921,60), correspondentes a 0, 4, 8, 16, 32 e 64 % da dose recomendada comercialmente de 1,440 g e.a. ha<sup>-1</sup>. Cada unidade experimental foi constituída por 3 plantas, totalizando 216 plantas. O segundo experimento teve como objetivo avaliar os efeitos causados pela deriva simulada de glyphosate, 2,4D e a combinação de ambos na seringueira. O experimento foi conduzido a campo no município de Votuporanga, SP, no período de maio a dezembro de 2017. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x6, com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por três tratamentos químicos (Glyphosate, 2,4D e Glyphosate+2,4D). O segundo fator foi constituído por seis doses de glyphosate (0,0; 57,6; 115,2; 230,4; 460,8 e 921,6); 2,4D (0,00; 32,16; 64,32; 128,64; 257,28 e 514,56) e da combinação de ambos (0,0+0,0; 57,6+32,16; 115,2+64,32; 230,4+128,64; 460,8+257,28 e 921,6+514,56), correspondentes a 0, 4, 8, 16, 32 e 64 % da dose de 1,440 e 804 g e.a. ha<sup>-1</sup>. Cada unidade experimental foi constituída por 3 plantas, totalizando 216 plantas. No primeiro experimento todas as doses testadas promoveram sintomas de fitotoxidez até os 42 DAA, variando entre 7,92 e 36,74% (fraco). As plantas submetidas a doses até 8% se recuperaram aos 120 DAA, enquanto as submetidas a dose de 16% se recuperaram aos 180 DAA. Doses acima de 32% resultam em sintomas severos de fitotoxicidade a partir da emissão do primeiro lançamento foliar após a aplicação, aos 120 DAA, além de reduzir a o crescimento em altura e diâmetro, e aumentar a relação comprimento/largura das folhas. No segundo experimento a deriva acima 32% da combinação de glyphosate e 2,4D causa alta taxa de mortalidade de plantas, enquanto a deriva de 16% prejudica o crescimento, podendo resultar em morte de algumas plantas. A deriva de 64% de 2,4D causa alta taxa de mortalidade para as plantas, e a deriva de 32% prejudica o crescimento. A deriva acima de 32% de glyphosate reduz o crescimento das plantas, mesmo aos 400 DAA, podendo resultar em morte de plantas. A deriva da combinação dos herbicidas aumenta a intensidade de sintomas de fitotoxidez, devendo ser evitado que ocorra deriva

acima de 8% da dose referência, enquanto para os herbicidas isolados, as plantas apresentaram plena recuperação em doses de deriva até 16%.

**Palavras chave:** *Hevea brasiliensis*; Fitotoxicidade; Tolerância; Epinastia; Brotação; Necrose; Clorose.

**SIMULATED DRIFT OF GLYPHOSATE AND 2,4D IN RUBBER TREE.** Cassilândia, 2018. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sustentabilidade na Agricultura) – Unidade Universitária de Cassilândia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

Author: ANDRÉ ZOZ

Adviser: ROGÉRIO SOARES DE FREITAS

## **ABSTRACT**

To evaluate the effects of 2,4D and glyphosate drift on rubber tree clones, two experiments were conducted. The first experiment aims to evaluate the effects caused by simulated glyphosate drift in rubber tree clones. The experiment was conducted in the field at the Polo Regional do Noroeste Paulista, APTA, in Votuporanga, SP, from May to June 2018. The experimental design used was randomized blocks with four replicates, in a 3x6 factorial scheme. The first factor was composed of three clones of rubber tree (RRIM 600, GT1 and PR 255). The second factor consisted of six doses of glyphosate (0.0; 57.6; 115.2; 230.4; 460.8; 921.60), corresponding to 0, 4, 8, 16, 32 and 64% of the commercially recommended dose of 1,440 g e. a. ha<sup>-1</sup>. Each experimental unit consisted of 3 plants, totaling 216 plants. The second experiment aims to evaluate the effects caused by the simulated drift of glyphosate, 2,4D and the combination of both in the rubber tree. The experiment was conducted in the field, in Votuporanga, SP, from May to June 2018. The experimental design used was randomized blocks with four replicates, in a 3x6 factorial scheme. The first factor was composed of three chemical treatments (Glyphosate, 2,4D and Glyphosate + 2,4D). The second factor consisted of six doses of glyphosate (0.0, 57.6, 115.2, 230.4, 460.8 and 921.6); 2,4D (0.00, 32.16, 64.32, 128.64, 257.28 and 514.56) and the combination of both (0.0 + 0.0, 57.6 + 32.16; 115.2 + 64.32, 230.4 + 128.64, 460.8 + 257.28 and 921.6 + 514.56), corresponding to 0, 4, 8, 16, 32 and 64% of the recommended dose commercially of 1,440 and 804 g e. a. ha<sup>-1</sup>. Each experimental unit consisted of 3 plants, totaling 216 plants. In the first experiment all doses tested promoted phytotoxicity symptoms up to 42 DAA, ranging from 7.92 to 36.74%. Plants submitted to doses up to 8% recovered at 120 DAA, while those submitted to a dose of 16% recovered at 180 DAA. Doses above 32% result in severe phytotoxicity symptoms from the first leaf release after application at 120 DAA, in addition to reducing the relative growth rate of height and diameter and increasing the ratio length/width

of leaves. In the second experimento the drift above 32% of the combination of glyphosate and 2,4D causes a high mortality rate of plants, while the drift of 16% impairs the growth, which can result in the death of some plants. The 64% drift of 2,4D causes a high mortality rate for the plants, and the 32% drift impairs growth. The drift above 32% of glyphosate reduces plant growth, even at 400 DAA, which can result in plant death. The herbicide combination drift increases the intensity of phytotoxicity symptoms, and it is not recommended that drift occurs above 8%, whereas for the isolated herbicides, the plants showed full recovery in drift doses up to 16%.

**Key-words:** *Hevea brasiliensis*; Phytotoxicity; Tolerance; Epinasty; Sprout; Necrosis; Chlorosis.

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1.1. Aspectos Gerais da Seringueira

Há cerca de 120 anos, quando teve início sua domesticação, a seringueira, *Hevea brasiliensis* (Wild. Ex ADR. de Juss.) Müell. Arg., foi considerada uma espécie silvestre da Amazônia.

A *H. brasiliense* possui porte arbóreo, sendo a mais alta de seu gênero, podendo chegar a 40 metros de altura em seu habitat natural, porém, em plantios comerciais atinge aproximadamente 25 metros de altura, devido a redução do crescimento em resposta a sangria (COSTA, 1999). É uma espécie dicotiledônia monóica, com flores unissexuais, pequenas e amarelas, dispostas em racemos na mesma inflorescência. Apresenta folhas longamente pecioladas, divididas em três folíolos. O fruto é tipo cápsula, grande, apresentando geralmente três sementes, com teor de óleo entre 45 e 50 %, este podendo ser utilizado na fabricação de tintas e vernizes (PAIVA, 1992).

As regiões de cultivo comercial de seringueira estendem-se desde latitudes 27° N na China, até 25° S no Estado de São Paulo, o que demonstra grande capacidade de adaptação a diversas condições edafoclimáticas. Por isso, torna-se necessário o desenvolvimento e adaptação de clones e técnicas de produção para cada uma destas áreas (MARTINS, 2000).

O Estado de São Paulo possui 14 milhões de hectares aptos à heveicultura e previsão de 123,9 mil hectares ocupados com seringueiras na safra 2017/18, segundo o levantamento realizado pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), conferindo como o maior produtor brasileiro que corresponde a 54% da produção nacional (IEA, 2018).

A borracha natural ocupa papel de grande destaque como matéria-prima mundial, com probabilidade de aumento de demanda por vários consumidores, mas principalmente pela indústria de pneumáticos. As perspectivas são de necessidade de aumento de produção, mediante melhorias de produtividade da seringueira, redução no período de imaturidade e melhorias no manejo a fim de minimizar custos, além de revisão dos preços e maiores investimentos na área de pesquisa, para possibilitar uma exploração mais viável e melhor competição do Brasil com os mercados internacionais (MARTINS et al., 2000). Centurion et al. (2005) ressaltaram a necessidade de se intensificar o plantio desta cultura, a fim de atender à demanda interna de borracha.

Um fator importante para o bom desenvolvimento e consequente produção da seringueira é o adequado manejo de plantas daninhas, que deve ser realizado continuamente,

de modo que não ocorra interferência no crescimento da seringueira, seja na época das águas (verão), devido ao crescimento rápido e agressivo de algumas plantas daninhas, quanto na época da seca (inverno), devido a plantas tolerantes a seca, que competem pela pouca água disponível nesta época.

Para o controle de plantas daninhas na linha da cultura adota-se a capina manual, como forma de controle mecânico, ou o uso de herbicidas, para controle químico. O controle das plantas daninhas na entrelinha da cultura pode ser realizado por meio de gradagem, roçagem, cultivo de adubação verde ou, em casos de integração, o cultivo de outras culturas como soja ou milho, entre outros.

Atualmente o controle de plantas daninhas na linha da cultura é realizado em grande parte com a aplicação de herbicidas, devido a sua alta eficácia de controle, rapidez na aplicação, baixa necessidade de mão de obra, além de alguns herbicidas que apresentam efeito residual no solo, mantendo a área livre de plantas daninhas por um maior período. Além disso, o controle químico apresenta melhor custo benefício em relação ao controle mecânico (DURIGAN; TIMOSSI, 2002).

Outro importante fator para o aumento da produção de borracha é pelo desenvolvimento e propagação de clones superiores e o aprimoramento das técnicas de manejo, desde o plantio até a estabilização do seringal, compreendendo desde a adubação e controle de plantas daninhas na fase inicial, até os regimes de sangria e adubação de manutenção na fase de produção.

A utilização de clones proporciona plantas com mesma constituição genética, resultando em maior uniformidade entre elas. Em mesmas condições ambientais, existe baixa variabilidade entre as características do clone, tornando o manejo mais fácil e econômico. Clones apresentam maior uniformidade nas propriedades do látex, tornando-o mais desejado para fins industriais específicos. O clone de maior representatividade no Brasil é o RRIM 600, que foi introduzido pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em 1952, e teve sua expansão durante da década de 60. O clone GT1 é utilizado em grande escala como porta enxerto, e o clone PR 255 é utilizado devido a sua boa produção aliado a caracteres secundários desejáveis (IAC, 2018).

#### 1.1.1. RRIM 600

Clone secundário desenvolvido pelo Rubber Research Institute of Malaysia – RRIM, cujos parentais são os clones primários Tjir 1 e PB 86. Suas árvores são altas, com caule

vertical e de rápido crescimento quando jovem. Os ramos aparecem tardiamente e formam grossas bifurcações que acarretam grande peso para a base das plantas e, em caso de ventos fortes, haverá quebra de plantas, podendo provocar o aparecimento de clareiras no seringal (GONÇALVES; MARQUES, 2014).

No Estado de São Paulo esse clone é considerado suscetível ao vento. A copa é estreita e a folhagem esparsa, apresentando folhas pequenas verde-claras. O vigor, se comparando antes e após a entrada em sangria é considerado médio. A casca por ser fina, torna-o um pouco delicado à prática de sangria; em compensação, a renovação é boa. A alta produção é seu ponto de destaque (IAC, 2018).

O clone exibe uma tendência de produção crescente. Em geral, a produção inicial é média, mas as subseqüentes são muito altas. A produção durante o estágio de senescência também é alta (GONÇALVES; MARQUES, 2014). No Oeste do Estado de São Paulo foi observado que o sistema 1/2S d/3 ET 2,5% 8/y foi superior em 47% em relação ao sistema 1/2S d/5 ET 5% 8/y, e 16,5% em relação à testemunha 1/2S d/2 nos primeiros cinco anos de sangria (SILVA et al., 2007).

O látex é branco e impróprio para concentração, devido à baixa estabilidade mecânica (MARATTUKALAN et al., 1980). Este clone demonstra tolerância à seca do painel, salvo quando é submetido à sangria intensiva (GONÇALVES; MARQUES, 2014). É o clone mais plantado na região do Planalto do Estado de São Paulo, por apresentar bom desempenho no que tange a produção e vigor (IAC, 2018).

#### 1.1.2. GT1

Clone primário desenvolvido no seringal Gondang Tapen, em Java, Indonésia. A árvore, de caule bem vertical, pode apresentar irregularidades, tais como estrias ou torsões na região do enxerto, ou seja, incompatibilidade entre enxerto e porta enxerto. A abertura da copa é bastante tardia e de hábito variável, pois algumas árvores não apresentam galhos líderes, enquanto outras possuem vários. As árvores jovens são altas e tendem a entortar quando a formação dos galhos é tardia. As folhas, durante o período de imaturidade, são grandes, verde-escuras e brilhantes, e menores quando a árvore atinge a fase adulta (GONÇALVES; MARQUES, 2014).

A produção tem um pequeno declínio durante o período de senescência. Apresenta caracteres secundários desejáveis, pois a resistência à quebra pelo vento é de média para boa e a ocorrência de seca do painel, é pouco notada, salvo quando submetido à sangria intensiva. Esse clone demonstra uma tendência de aumentar a produção de látex com o passar do tempo.

O látex é branco e adequado para todos os processos de produtos manufaturados (GONÇALVES; MARQUES, 2014).

No Oeste do Estado de São Paulo foi observado que o sistema 1/2S d/3 ET 2,5% 8/y foi superior em 36% em relação ao sistema 1/2S d/5 ET 2,5% 8/y, e 6,2% em relação à testemunha 1/2S d/2 nos primeiros cinco anos de sangria. Foi o clone que apresentou maior perímetro de tronco no momento da abertura do painel de sangria, seguido do RRIM 600 e PR 255 (SILVA et al., 2007).

### 1.1.3. PR 255

Clone de alta produção possuidor de bons caracteres secundários. Os parentais são o Tjir 1 x PR 107. O vigor no período de imaturidade é bom e o incremento médio do caule na fase adulta é boa. Ao final de cinco anos de sangria, o clone PR 255, foi aquele que apresentou o maior incremento do perímetro do caule (SILVA et al., 2007), característica importante porque as árvores continuaram a crescer após a sangria, o que diminuiu a probabilidade de quebra por ventos (GONÇALVES; MARQUES, 2014).

Possui caule alto e reto. A copa é densa e balanceada. No Oeste do Estado de São Paulo, a média de produção de borracha seca em cinco anos de sangria foi 1.806 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e a análise econômica dos diferentes sistemas de sangria com base na média de produção de borracha nos cinco anos mostrou que o sistema 1/2S d/3. ET 2,5% 8y, foi superior em 16% em relação à testemunha 1/2S d/2, e de 46% em relação ao sistema 1/2S d/5 ET 5% 8/y (SILVA et al., 2007). A incidência de queda de folha causada por antracnose, bem como a ocorrência de seca do painel é moderada (GONÇALVES; MARQUES, 2014).

## 1.2. Glyphosate

O glyphosate é um dos principais herbicidas utilizados no Brasil. É um produto não seletivo, de ação sistêmica, amplo espectro de controle e é classificado como inibidor da enzima 5-enolpiruvil shiquimato3-fosfato sintetase (EPSP sintetase) que bloqueia a rota do ácido chiquímico e impede a formação dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011) que atuam como precursores de um grande número de metabólitos secundários como auxinas, fitoalexinas, flavonoides, pigmentos, lignina e taninos, além de serem utilizados na produção de proteínas (VELINI et al., 2009).

O glyphoste atua apenas em pós emergência, pois apresenta alta capacidade de adsorção no solo, tornando-o não disponível para as plantas (TONI, et al., 2006). É absorvido

pelas folhas e outras partes das plantas, e transloca-se rapidamente via simplasto. Ao atingir o floema, segue o fluxo fonte-dreno e se acumula nos meristemas, onde ocorre paralisação do crescimento e degradação lenta dos tecidos da planta devido a falta de proteínas (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011).

Devido a introdução de organismos geneticamente modificados, que promovem resistência das culturas ao glyphosate, houve um acréscimo significativo na utilização deste herbicida nos últimos anos. Tal fato resultou na evolução de plantas daninhas resistentes a este herbicida ao redor do mundo (SHANER et al., 2012), além de estar relacionado à imobilização de nutrientes no solo e nas plantas (EKER et al., 2006) e ao surgimento de doenças (JOHAL; HUBER, 2009).

### **1.3. 2,4-D**

O herbicida 2,4-D foi o primeiro composto orgânico sintetizado a ser utilizado como herbicida seletivo, além de ser o primeiro a ser utilizado em doses baixas ( $\leq 1 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Pertence ao grupo de herbicidas mimetizadores de auxina, também conhecido como regulador de crescimento, pois apresenta estrutura similiar à auxina natural às plantas (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011).

Este herbicida é amplamente utilizado em diversas culturas e seus efeitos fitotóxicos ocorrem devido ao desbalanço hormonal provocado nas células, causando crescimento desordenado dos tecidos (URSIN; BRADFORD, 1989). Além disso, causa desdiferenciação das atividades meristemáticas de células maduras e inibição da divisão celular de células jovens (THILL, 2003). Tais anomalias alteram o ritmo normal de crescimento da plântula, provocando sua morte (YAMASHITA et al., 2010).

O primeiro sintoma visível é a epinastia das folhas e pecíolos, seguidas da paralisia das funções celulares e do metabolismo geral, causando sintomas de deformação nas nervações e limbo foliar, paralização do crescimento e engrossamento radicular, tumores ao longo do caule devido a obstrução do fluxo do floema e morte das plantas susceptíveis entre 3 a 5 semanas após a aplicação (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011).

### **1.4. Derviva de herbicidas**

A deriva de produtos fitossanitários é considerada um dos maiores problemas da agricultura moderna (NUYTTENS et al., 2011), tornando-se um dos principais fatores que resultam em perda de defensivos agrícolas. O conceito de deriva pode ser definido como a calda de herbicida pulverizada que não atinge o alvo pré-determinado, seja por ação do vento ou evaporação (CHRISTOFOLETTI, 1999) ou por escorrimento do produto após atingir o alvo (ANTUNIASSI, 2009). De acordo do Himel (1974), a deriva pode ser dividida em dois grupos, a endoderiva, que ocorre dentro da área alvo, por exemplo, o escorrimento do produto após atingir a planta alvo, e exoderiva, que ocorre fora da área alvo, por exemplo, as gotas carregadas pela ação do vento.

A deriva é um problema em potencial em qualquer situação de aplicação de herbicida, todavia, os efeitos são mais evidentes em decorrência de herbicidas que apresentam resposta rápida após a aplicação e lesões facilmente visíveis, principalmente em espécies sensíveis. No estado do Paraná, por exemplo, onde pomares de uva estão inseridos em meio a região produtora de grãos, resultaram em fitointoxicação pela deriva de herbicidas, principalmente do 2,4-D, o qual a cultura da uva é extremamente sensível (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2007).

Para o uso correto de herbicidas deve-se atentar para uma série de medidas, que vão desde problemas relativos à deriva destes produtos para áreas vizinhas ou alvos indesejáveis, até problemas de intoxicação ao homem e animais, ou consequentes danos, por vezes, irreversíveis ao meio ambiente (AMARAL; PINTO, 1998). A aplicação de herbicidas deve seguir as recomendações de condições adequadas, tais como horário, velocidade do vento, umidade relativa do ar e altura da barra de aplicação, pois pode ocorrer deriva e atingir culturas não-alvo (RAMSDALE; MESSERSMITH, 2001). Os sintomas e o grau de dano decorrente da deriva são influenciados por vários fatores, como o modo de ação do herbicida, dose e a seletividade da planta não-alvo (YAMASHITA; GUIMARÃES, 2005).

Outro fator que pode provocar a deriva de herbicidas é a pressão de operação do pulverizador. Se a pressão de operação utilizada for menor que a recomendada pelo fabricante do bico de pulverização, pode ocorrer falhas na distribuição e cobertura do herbicida, resultando em faixas com dose do herbicida menor que a recomendada (RAMOS, 2001). Por outro lado, se a pressão de operação utilizada for maior que a recomendada pelo fabricante do bico de pulverização, resulta em redução do tamanho das gotas, ocorrendo maiores perdas por evaporação e deriva (GANDOLFO; ANTUNISSI, 2003). Em condições de aplicação com gotas de tamanho reduzido, estas tornam-se mais suscetíveis ao carregamento pela ação do vento, ou a evaporação por altas temperaturas ou umidade relativa do ar baixa (HEWITT,

2007). De acordo com Costa et al. (2012) a redução da pressão de pulverização e a escolha correta dos bicos de pulverização se mostraram eficientes na redução da deriva.

Em estudo para minimizar a deriva em aplicações com pulverizador de barra, Miller et al., (2011), constataram que quanto menor a angulação das pontas de pulverização, menor o tamanho das gotas. Concluíram também que os ângulos das pontas em 80 e 65°, associados a barras com altura de 0,7 e 0,9 metros, respectivamente, reduzem substancialmente o risco de deriva, comparando-se também à utilização de pontas de 110° operando a 0,5 metros de altura.

Gandolfo et al. (2012) concluíram que a mistura dos herbicidas glyphosate e 2,4-D promovem maior deriva que os herbicidas de forma isolada em até 10 metros de distância da barra de pulverização.

Os herbicidas pós emergentes podem ser classificados em sistêmico ou de contato, de acordo com a translocação do produto dentro da planta. Os herbicidas de contato terão sua ação nas primeiras camadas das células em que foram absorvidos pela planta, enquanto os produtos sistêmicos são absorvidos no local do contato e transportados pelo xilema até o local da ação (DURIGAN; CORREIA, 2008).

Esta classificação entre os herbicidas sistêmicos e de contato resultam em diferenciação no manejo de aplicação, pois os herbicidas de contato necessitam de maior cobertura e distribuição do produto na planta em relação aos herbicidas sistêmicos. Um meio eficaz de aumentar a distribuição dos produtos é a redução do tamanho das gotas. Isto implica em maior risco de deriva, o que limita as aplicações a condições climáticas específicas (ANTUNIASSI, 2009). Para a aplicação de herbicidas sistêmicos, podem ser utilizadas gotas maiores, pois os níveis de cobertura necessários para eficiência na aplicação são menores que os produtos de contato. Os herbicidas 2,4D e glyphosate são classificados como sistêmicos.

O 2,4D apresenta sintomas de fitotoxidez bastante característicos em plantas suscetíveis. Existe preocupação quanto a deriva de 2,4-D, pois em culturas suscetíveis ocorrem efeitos mesmo em doses baixas. Alguns estudos demonstram os efeitos da deriva de sub doses 2,4D em várias culturas suscetíveis, como em videira (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2007), algodão (CONSTANTIN et al., 2007a; OLIVEIRA et al., 2015), fumo (CONSTANTIN et al., 2007b) e mamona (SEVERINO et al., 2004).

A deriva de 2,4D e glyphosate também causam danos em espécies perenes, devido a sua utilização no controle de plantas daninhas nas entrelinhas das culturas. A aplicação isolada ou em combinação de doses de glyphosate e 2,4D prejudicou o desenvolvimento

inicial de paricá e samaúma (YAMASHITA et al., 2009) e café conilon (YAMASHITA et al., 2013).

A deriva de 2,4D isolado afeta também o desenvolvimento de mudas de café arábica (VOLTOLINI et al., 2015), tomate (FAGLIARI, et al., 2005), limão e laranja (CALAVAN et al., 1956) e pequi (TAVARES et al., 2017). A deriva de glyphosate isolado prejudica o desenvolvimento de eucalipto (TUFFI SANTOS et al., 2006a; TUFFI SANTOS et al., 2007; PEREIRA et al., 2011) e seringueira (FARIAS et al., 2012), além de apresentar respostas significativas quando comparados clones e espécies de eucalipto (CARVALHO, et al., 2015; TUFFI SANTOS et al., 2006b) e cultivares de café (FRANÇA et al., 2010).

### 1.5. Referências bibliográficas

AMARAL, A.S.; PINTO, J.J.O. **Controle de plantas daninhas**. In: PESKE, S.T. ed. Produção de arroz. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária-UFPel, (ed.) 1, 1998, p.209-276.

ANTUNIASSI, U. R. Conceitos básicos da tecnologia de aplicação de defensivos na cultura da soja. **Boletim de Pesquisa de Soja 2009**, n.13, p. 299-315, 2009.

CALAVAN, E. C.; DEWOLFE, T. A.; KLOTZ, L. J. 2,4-D damage to young citrus. **California Agriculture**, abril, 1956.

CARVALHO, L. B.; ALVES, P. L. C. A.; COSTA, F. R. Differential response of clones of eucalypt to glyphosate. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, 2015.

CENTURION, M. A. P. C.; CENTURION, J. F.; ROQUE, C. G.; PRADO, R. M.; NATALE, W. Efeito do manejo da entrelinha da seringueira sobre as propriedades químicas do solo, o estado nutricional e o crescimento. **Revista Árvore**, v.29, n.2, p.185-193, 2005.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; FAGLIARI, J. R.; PAGLIARI, P. H.; ARANTES, J. G. Z.; CAVALIERI, S. D.; FRAMESQUI, V. P.; GONÇALVES, D. A. Efeito de subdoses de 2,4-D na produtividade do algodão e suscetibilidade da cultura em função de seu estágio de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. n. esp., p. 24–29, 2007a.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; BRANDÃO FILHO, J. U. T.; CALLEGARI, O.; PAGLIARI, P. H.; ARANTES, J. G. Z. Efeitos de subdoses de 2,4-D na produtividade de fumo e suscetibilidade da cultura em função de seu estágio de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. esp., p. 30–34, 2007b.

COSTA, R. B. **Métodos de seleção, interação genótipo x ambiente e ganho genético para o melhoramento da Seringueira no estado de São Paulo**. Curitiba: UFPR, 1999. 145 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; NEGRISOLI, E.; FIORINI, M. V.; CORDEIRO, J. G. F.; SILVA, J. R. M. Efeito de pontas e pressões de pulverização na deriva de glyphosate + 2,4-D em condições de campo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.1, p.62-70, 2012.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo: Teejet South América, 1999. p. 15.

DURIGAN, J. C.; CORREIA, N. M. Efeito de adjuvantes na aplicação e eficácia de herbicidas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa trigo, 2008. p. 134-171.

DURIGAN, J.C.; TIMOSSI, P.C. **Manejo de plantas daninhas em pomares cítricos**. Bebedouro, SP: EECB, 2002, 53p. (Boletim Citrícola, n. 22)

EKER, S.; OZTURK, L.; YAZICI, A.; ERENOGLU, B.; ROMHELD, V.; CAKMAK, I. Foliar-applied glyphosate substantially reduced uptake and transport of iron and manganese in sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 26, p. 10019-10025, 2006.

FAGLIARI, J. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. Impact of sublethal doses of 2,4-D, simulating drift, on tomato yield. **Journal of Environmental Science and Health Part B.**, v. 40, n. 1, p. 201-206, 2005.

FARIAS, C. C. M.; RONDON NETO, R. M.; O. M.; FARIAS, C. B. M. Efeitos de subdoses de glyphosate em plantas jovens de seringueira (*Hevea brasiliensis* Aubl.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 1, p. 119-125, 2012.

FRANÇA, A. C.; FREITAS, M. A. M.; FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; REIS, M. R.; GALON, L.; VICTORIA FILHO, R. Crescimento de cultivares de café arábica submetidos a doses do glyphosate. **Planta daninha**, v. 28 n. 3, 2010.

GANDOLFO, M.A.; ANTUNIASSI, U. Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas. **Energia na Agricultura**, v.18, n.2, p.67-76, 2003.

GANDOLFO, M. A.; MORAES, E. D.; GANDOLFO, U. D.; OSIPE, J. B.; RODRIGUES, E. B.; OSIPE, R. Potencial de deriva da mistura de 2,4-D com glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.3, p.332-338, 2012.

GONÇALVES, P. S.; MARQUES, J. R. B. Clones de Seringueira: Influência dos fatores ambientais na produção e recomendação para o plantio. IN: **Seringueira**. ALVARENGA, A. P.; CARMO, C. A. F. S. (2 ed.) Viçosa: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 2014.

HEWITT, A. J. Spray optimization through application and liquid physical property variables-I. **The Environmentalist**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 2007.

HIMEL, C. M. Analytical methodology in ULV. In: Pesticide application by ULV Methods. **British Crop Protection Council Monograph**, v. 11, p. 112–119, 1974.

IAC - INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/seringueira/clones.php>. Acesso em 24 de março de 2018.

IEA - INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, 2º Levantamento, Ano Agrícola 2017/18 e Levantamento Final, Ano Agrícola 2016/17, Novembro de 2017. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 13, n. 2, 2018.

JOHAL, G. S.; HUBER, D. M. Glyphosate effects on diseases of plants. **European Journal of Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 144-152, 2009.

MARATTUKALAN, J. G.; SARASWATHYAMMA, C. K.; PREMAKUMARI, D. Methods of propagation and materials for planting. IN: PILLAY, P. N. R. ed. **Hanbook of natural rubber production on India**. Kottayam: Rubber Research Institute of India, 1980.

MARTINS, A.L.M. **Formação de seringal [*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex Adr. De Juss.) Muell-Arg.] usando diferentes espécies de leguminosas na entrelinha**. Jaboticabal, 2000, 85p. (Doutorado em Produção Vegetal) UNESP campus Jaboticabal.

MILLER, P. C. H.; ELLIS, M. C. B.; LANE, A. G.; O'SULLIVAN, C. M.; TUCK, C. R. Methods for minimising drift and off-target exposure from boom sprayer applications. **Aspects of Applied Biology**, v. 106, p. 281–288, 2011.

NUYTTENS, D.; SCHAMPHELEIRE, M. DE; BAETENS, K.; BRUSSELMAN, E.; DEKEYSER, D.; VERBOVEN, P. Drift from field crop sprayers using an integrated approach: results of a five-year study. **Transactions of the asabe**, v. 54, p. 403-408, 2011.

OLIVEIRA, D. P.; SANTOS, S. M. S.; LACERDA, J. J.; LIMA, H. A.; SILVA, R. A. Alterações morfológicas na cultura do algodão provocada por subdoses de 2,4-D na fase inicial de desenvolvimento da cultura. **Revista Cultivando o Saber**, v. 8, n. 4, p. 414-426, 2015.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Mecanismos de ação dos herbicidas. IN: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. K. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba, cap. 7, 2011. 348p.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; BRANDÃO FILHO, J. U. T.; CALLEGARI, O.; PAGLIARI, P. H.; CAVALIERI, S. D.; FRAMESQUI, V. P.; CARREIRA, S. A. M.; ROSO, A. C. Efeito de subdoses de 2,4-D na produtividade de uva Itália e suscetibilidade da cultura em função de seu estágio de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. esp., p. 35–40, 2007.

PAIVA, J.R. **Variabilidade enzimática em populações naturais de seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr. de Juss.) Muell. - Arg.)**. Piracicaba, 1992, 145p. (Doutorado-ESALQ/USP).

PEREIRA, M. R. R.; RODRIGUES, A. C. P.; CAMPOS, C. F.; MELHORANÇA FILHO, A. L.; MARTINS, D. Absorção de subdoses glyphosate aplicadas em diferentes locais de plantas de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 35 n. 3, supl.1, 2011.

RAMSDALE, B.K.; MESSERSMITH, C.G. Drift-reducing nozzle effects on herbicide performance. **Weed Technology**, v. 15, n. 3, p.453-460, 2001.

RAMOS, H. H. No lugar certo. **Cultivar Máquinas**. n. 6. p 9-19. 2001.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina: IAPAR, 2011. 697 p.

SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D. Sintomas de fitotoxicidade causada pelo herbicida 2,4-D em plântulas de mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 8, n. 1, p. 785-787, 2004.

SHANER, D. L.; LINDENMEYER, R. B.; OSTLIE, M. H. What have the mechanisms of resistance to glyphosate taught us? **Pest Management Science**, v. 68, n. 1, p. 3-9, 2012.

SILVA, J. Q.; SOUZA, M. I. T.; GONÇALVES, P. S.; AGUIAR, A. T. E.; GOUVÊA, L. R. L.; PINOTTI, R. N. Viabilidade econômica de diferentes sistemas de sangria em clones de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, 2007.

TAVARES, C. J.; PEREIRA, L. S.; ARAÚJO, A. C. F.; MARTINS, D. A.; JAKELAITIS, A. Crescimento inicial de plantas de pequi após aplicação de 2,4-D, **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 89, p. 81-87, 2017.

THILL, D. Growth regulator herbicides. In: WELLER, S. C.; THILL, D.; BRIDGES, D. C.; VAN SCOYOC, G. E.; GRAVEEL, J. G.; TURCO JÚNIOR., R. F.; GOLDSBROUGH, P.; RUHL, G. E.; HOLT, H. A.; REICHER, Z. J.; WHITFORD, F. (Eds.). **Herbicide action course**. West Lafayette: Purdue University, 2003. p. 267-275.

TONI, L. R. M.; SANTANA, H.; ZAIA, D. A. M. Adsorção de glifosato sobre solos e minerais, **Química Nova**, v. 29, n. 4, 2006.

TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; DUARTE, W. M.; TIBURCIO, R. A. S.; MACHADO, A. F. L. Intoxicação de eucalipto submetido à deriva simulada de diferentes herbicidas, **Planta Daninha**, v. 24 n. 3, 2006a.

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, 2006b.

TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, A. F. L.; VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SOUZA, G. V. R. Crescimento do eucalipto sob efeito da deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, 2007.

URSIN, V.W.; BRADFORD, K.J. Auxin and ethylen regulation of petiole epinasty in two developmental mutant tomatoes. **Plant Physiology**, v. 90, p. 1341-1349, 1989.

VELINI, E. D. et al. Modo de ação do glyphosate. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. 496 p.

VOLTOLINI, G. B.; CASTANHEIRA, D. T.; GONÇALVES, A. H.; SILVA, L. G.; NASCIMENTO, T. L. C.; MENICUCCI NETTO, P. **Ação do herbicida 2,4 D sobre o crescimento de mudas de cafeeiro**. IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Curitiba – PR, 2015.

YAMASHITA, O. M.; BORGES, R. H.; CARVALHO, M. A. C. Efeito de três herbicidas na germinação de corda-deviola (*Ipomoea quamoclit*) em substrato umedecido. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 17, n. 1, p. 17-22, 2010

YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C. Resposta de cultivares de algodoeiro a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 627-633, 2005.

YAMASHITA, O. M.; BETONI, J. R.; GUIMARÃES, S. C.; ESPINOSA, M. M. Influência do glyphosate e 2,4-D sobre o desenvolvimento inicial de espécies florestais. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 84, p. 359-366, 2009.

YAMASHITA, O. M.; ORSI, J. V. N.; RESENDE, D. D.; MENDONÇA, F. S.; CAMPOS, O. R.; MASSAROTO, J. A. CARVALHO, M. A. C.; KOGA, P. S.; PERES, W. M.; ALBERGUINI, A. L. Deriva simulada de herbicidas em mudas de *Coffea canephora*. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 2, p.148-156, 2013.

## CAPITULO 2. DERIVA SIMULADA DE GLYPHOSATE NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE CLONES DE SERINGUEIRA

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos causados pela deriva simulada de glyphosate em clones de seringueira. O experimento foi conduzido a campo, no município de Votuporanga – SP, no período de maio a junho de 2018. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x6, com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por três clones de seringueira (RRIM 600, GT1 e PR 255). O segundo fator foi constituído por seis doses de glyphosate (0,00; 57,60; 115,20; 230,40; 460,80; 921,60), correspondentes a 0, 4, 8, 16, 32 e 64 % da dose de 1.440 g e.a. ha<sup>-1</sup>. Cada unidade experimental foi constituída por 3 plantas, totalizando 216 plantas. Todas as doses testadas promoveram sintomas de fitotoxidez até os 42 DAA, variando entre 7,92 e 36,74% (fraco). As plantas submetidas a doses de até 8% se recuperaram aos 120 DAA, enquanto as submetidas a dose de 16% se recuperaram aos 180 DAA. Doses acima de 32% resultam em sintomas severos de fitotoxicidade a partir da emissão do primeiro lançamento foliar após a aplicação (120 DAA), além de reduzir a taxa de crescimento relativo de altura e diâmetro, e aumentar a relação comprimento/largura das folhas. A deriva acima de 32% de glyphosate causa morte de plantas de seringueira.

**Palavras-chave:** Fitotoxicidade; Tolerância; Epinastia; Brotação; Clorose.

**ABSTRACT:** This work aims to evaluate the effects caused by simulated glyphosate drift in rubber tree clones. The experiment was conducted in the field at the Polo Regional do Noroeste Paulista, APTA, in Votuporanga, SP, from May to June 2018. The experimental design used was randomized blocks with four replicates, in a 3x6 factorial scheme. The first factor was composed of three clones of rubber tree (RRIM 600, GT1 and PR 255). The second factor consisted of six doses of glyphosate (0.0; 57.6; 115.2; 230.4; 460.8; 921.60), corresponding to 0, 4, 8, 16, 32 and 64% of the commercially recommended dose of 1,440 g e. a. ha<sup>-1</sup>. Each experimental unit consisted of 3 plants, totaling 216 plants. All doses tested promoted phytotoxicity symptoms up to 42 DAA, ranging from 7.92 to 36.74%. Plants submitted to doses up to 8% recovered at 120 DAA, while those submitted to a dose of 16%

recovered at 180 DAA. Doses above 32% result in severe phytotoxicity symptoms from the first leaf release after application at 120 DAA, in addition to reducing the relative growth rate of height and diameter and increasing the ratio length/width of leaves. The drift above 32% of glyphosate causes death of rubber plants.

**Key-words:** Phytotoxicity; Tolerance; Epinasty; Sprout; Chlorosis.

## 2.1 Introdução

A seringueira (*Hevea brasiliensis*) é a principal fonte de borracha natural no mundo, podendo ser utilizada no transporte, material bélico e indústria. É fonte de matéria prima de milhares de produtos, incluindo 400 dispositivos médicos (MOOIBROEK; CORNISH, 2000).

Um dos principais fatores de produção que influenciam no desenvolvimento inicial das culturas é a interferência pelas plantas daninhas, que resulta em aumento do tempo necessário para atingir a maturidade, devido a competição por luz, água, nutrientes, CO<sub>2</sub>, e espaço, além de possíveis efeitos alelopáticos (RABBANI et al., 2011).

Em cultivos comerciais, o fechamento do dossel das plantas de seringueira ocorre entre 4 a 5 anos após o plantio. Durante este período o controle de plantas daninhas é crítico, pois as plantas de seringueira têm pouco efeito na supressão destas, causando interferência em seu crescimento. Em muitas situações o controle químico de plantas daninhas na cultura da seringueira envolve herbicida como o glyphosate, que não é seletivo para a cultura e seu contato pode causar danos as plantas (FARIAS et al., 2012). É um herbicida de amplo espectro de ação, considerado seletivo apenas para culturas geneticamente modificadas. Existem vários estudos mostrando os efeitos negativos da deriva de glyphosate em diversas culturas, como eucalipto (PEREIRA et al., 2011), café (FRANÇA et al., 2010), tomate (LANGARO et al., 2014) e maracujá (WAGNER JÚNIOR et al., 2008), enquanto são escassos os estudos sobre os efeitos do mesmo na cultura da seringueira.

Os seringais estão sujeitos a deriva deste e de outros herbicidas utilizados para dessecação de plantas daninhas e de plantas de cobertura em sistema de plantio direto. Além disso, seu uso foi ampliado recentemente para culturas geneticamente modificadas, que não sofrem danos pela ação de alguns herbicidas. A frequência de utilização destes produtos aumenta a probabilidade de deriva para as culturas adjacentes.

A deriva pode ocorrer por vários fatores, dos quais, os principais são as condições climáticas no momento da aplicação, como o horário, a velocidade do vento, umidade relativa

do ar e temperatura, e pressão de operação do pulverizador, pela habilidade do operador ou pela qualidade dos equipamentos (RAMSDALE; MESSERSMITH, 2001).

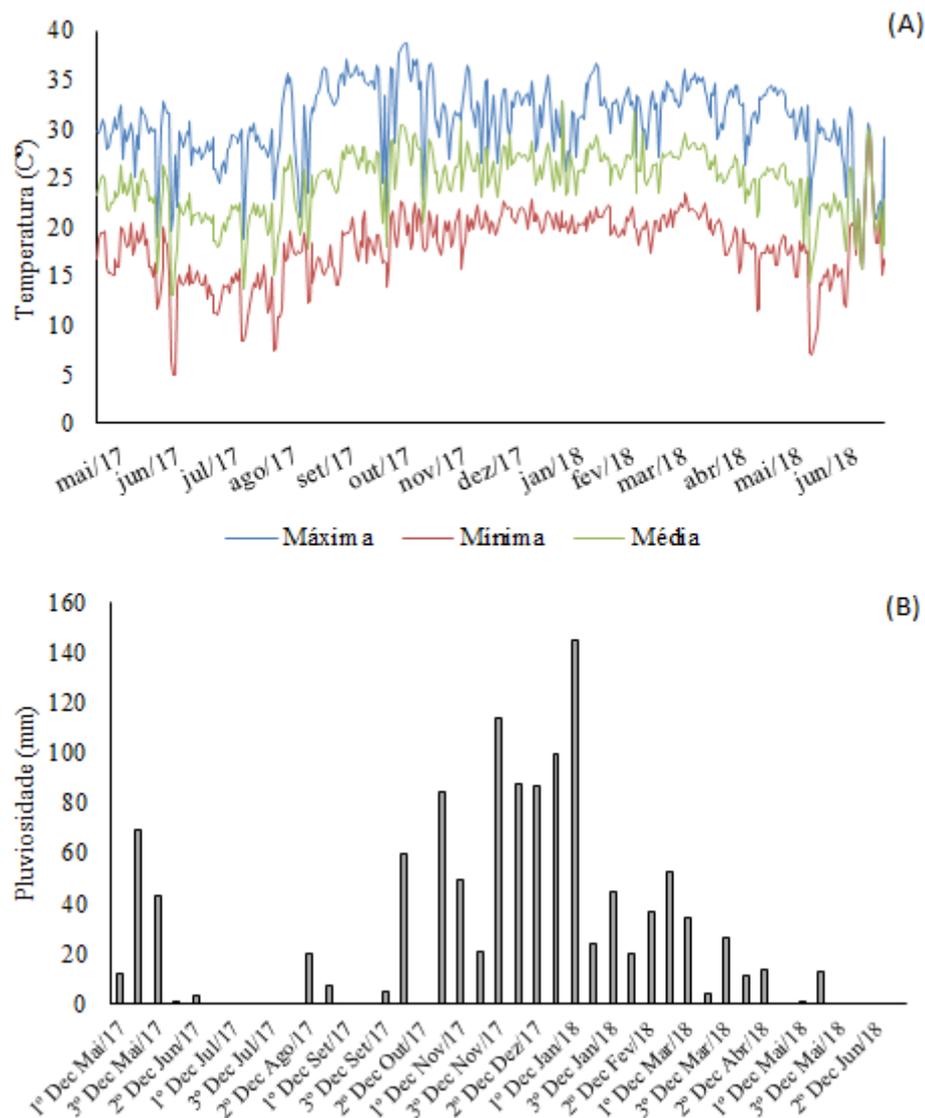
A deriva é caracterizada quando o produto atinge uma cultura não alvo e provoca alterações indesejáveis nesta cultura. Os danos causados pela deriva dependem de alguns fatores, como a espécie atingida, modo de ação, quantidade de produto que chega na planta, a susceptibilidade da planta a determinado produto, dentro outros (YAMASHITA; GUIMARÃES, 2005). Na literatura, porém, são observadas diferentes respostas a deriva de glyphosate em uma mesma espécie, como relatado por Carvalho et al. (2015) em clones de eucalipto e por França et al (2010) e cultivares de café.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos causados pela deriva simulada de glyphosate em clones de seringueira.

## **2.2 Material e Métodos**

### **2.2.1. Localização e Caracterização da Área Experimental**

A pesquisa foi desenvolvida na APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Instituto Agrônomo/IAC - Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, no município de Votuporanga, SP (latitude 20°20'S, longitude 49°58'W e altitude de 510 m). O experimento foi implantado no período de março a junho de 2018. Durante o período foi registrado os dados de temperatura máxima, média e mínima e pluviosidade (água) (Figura 1 A, B).



**Figura 1.** Temperaturas mínima, média e máxima (A) e pluviosidade (B) durante o período de condução do experimento, Votuporanga, SP (CIAGRO).

### 2.2.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 6, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído por três clones comerciais de seringueira (RRIM 600, GT1 e PR 255). O segundo fator foi constituído por seis doses do herbicida glyphosate (0,00; 57,60; 115,20; 230,40; 460,80; 921,60), correspondentes a 0, 4, 8, 16, 32 e 64 % da dose de 1.440 g e.a. ha<sup>-1</sup>. Cada unidade experimental foi constituída por 3 plantas, totalizando 216 plantas no ensaio.

### 2.2.3 Instalação e Condução do Experimento

O plantio das mudas à campo foi realizado em 17 de maio de 2017. Foram abertos sulcos em linhas espaçadas em 1,5 m, com espaçamento entre plantas de 1 m, seguido de irrigação no dia do plantio. Os tratos fitossanitários foram realizados de acordo com a recomendação quando necessários (AGUIAR et al., 2014).

A aplicação dos tratamentos foi realizada no dia 24 de maio de 2017, ao final da tarde. Na ocasião da aplicação, as condições meteorológicas foram registradas sendo a velocidade do vento de  $0,5 \text{ m s}^{-1}$ , umidade relativa do ar de 67 % e temperatura do ar de 26 °C.

Para efetuar as aplicações foi utilizado pulverizador costal, com pressão constante a  $\text{CO}_2$  de 175 kPa na barra, barra de 0,5 m de largura e dois bicos do tipo leque (TT 110:02), operando a 0,4 m de altura do alvo, propiciando volume de calda de  $155 \text{ L ha}^{-1}$ .

#### 2.2.4 Avaliações realizadas

Para a avaliação de fitotoxidez utilizou-se uma escala de notas de sintomas variando em função dos danos visuais, conforme Deuber (1992) (Tabela 1). As avaliações foram realizadas aos 9, 21, 42, 120 e 180 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, sendo as avaliações aos 120 e 180 DAA referentes ao surgimento do primeiro e segundo lançamento foliar.

**Tabela 1.** Escala de notas de fitotoxidez

Classe	% de Dano	Dano
I	0 a 10	nulo
II	11 a 20	mínimo
III	21 a 30	muito fraco
IV	31 a 40	fraco
V	41 a 50	sensível
VI	51 a 60	médio
VII	61 a 70	intenso
VIII	71 a 80	severo
IX	81 a 90	muito severo
X	91 a 100	total

Além disso, aos 0, 90, 150, 200 e 400 DAA foram realizadas avaliações de altura de planta, medidas do enxerto até o topo da planta e diâmetro, medido 10 cm acima do enxerto. Com os dados coletados foi calculada a porcentagem de crescimento das plantas entre as épocas de avaliação.

Aos 120 DAA foi realizada a medição de comprimento e largura de 10 folhas de uma planta de cada parcela para calcular a relação de comprimento/largura das folhas do primeiro lançamento foliar emitido após a aplicação do glyphosate. Para padronização, foi medido apenas o folíolo central de 10 folhas, a partir da quarta folha do topo da planta em direção à base.

Aos 400 DAA foram contabilizadas o número de plantas mortas e obtido o percentual de sobrevivência de plantas.

### 2.2.5 Análise Estatística

Os dados foram submetidos ao teste preliminar de normalidade e transformados em  $(\sqrt{x + 0,5})$  e então, procedeu-se a análise de variância. A significância dos quadrados médios obtidos na análise de variância foi testada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade e as médias foram comparadas pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade para o fator clones. Para o fator doses de glyphosate os dados foram submetidos à análise de regressão, adequando aos modelos com elevado  $R^2$  e explicação biológica.

## 2.3 Resultados e Discussão

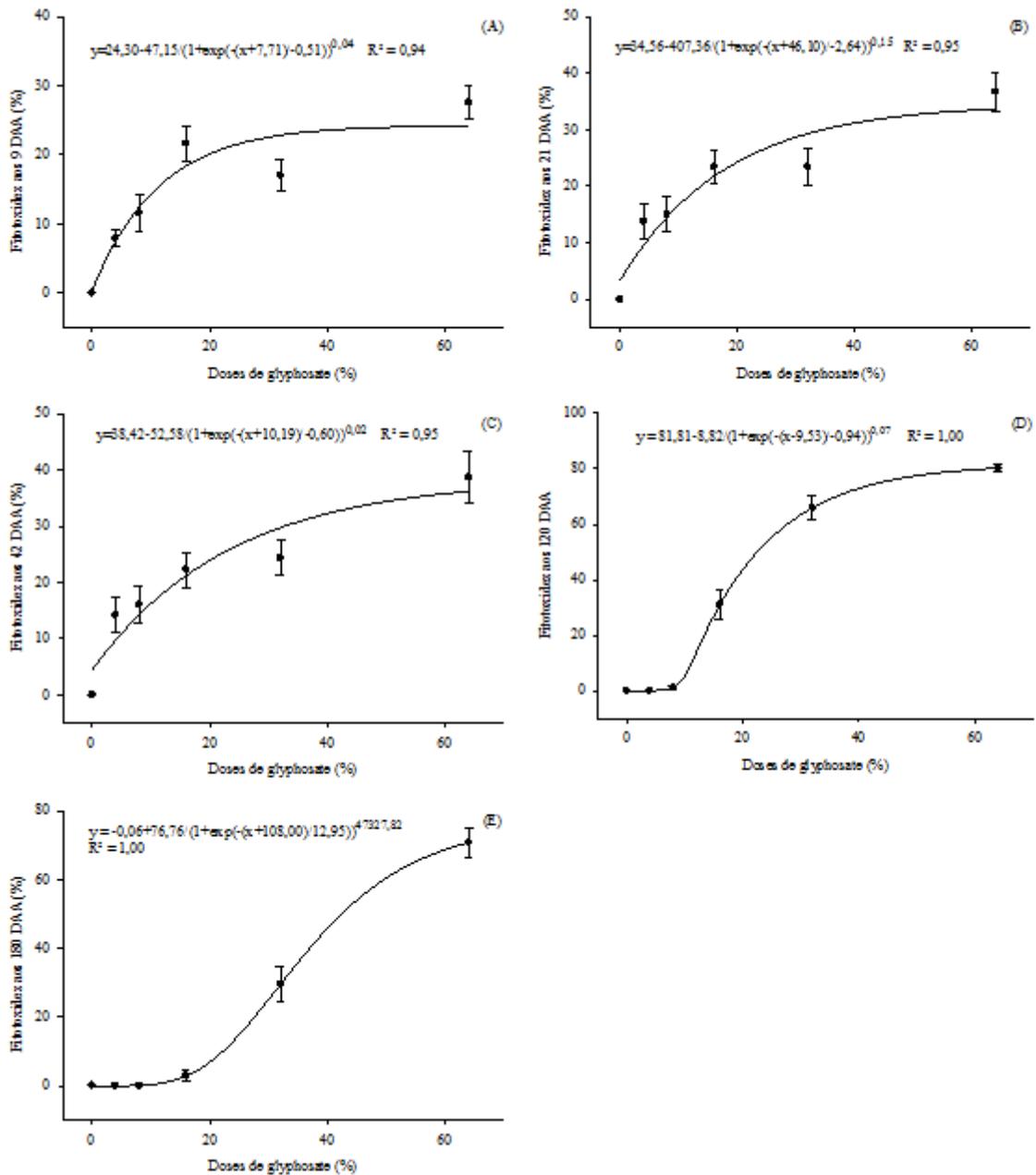
Houve interação entre os clones de seringueira e as doses de glyphosate apenas para a variável comprimento/largura de folhas.

Os danos causados pela fitotoxidez do glyphosate apresentaram resposta semelhante nas avaliações de 9, 21 e 42 DAA, com aumento de fitotoxidez à medida que foram aplicadas as maiores doses de glyphosate, com tendência para a estabilização dos sintomas (Figuras 2 A, B e C). No geral, os danos foram mínimos para dose até 8%, muitos fracos em dose de 16 a 32% e fracos em dose de 64%.

Aos 120 DAA, que corresponde à emissão do primeiro lançamento foliar, houve um aumento significativo nos danos causados às plantas pela ação do herbicida para as doses de 32 e 64%, com danos intensos e severos, respectivamente, enquanto para a dose de 16% os sintomas se mantiveram fracos, e para as demais doses não foram observados sintomas remanescentes (Figura 2D). As doses de 16, 32 e 64% apresentaram danos fracos, intensos e muito severos, respectivamente.

Estes sintomas foram reduzidos substancialmente aos 180 DAA, na emissão do segundo lançamento foliar nas doses de 16 e 32% onde os danos causados foram nulos e

muito fracos, respectivamente. As plantas que receberam deriva da dose de 64% apresentaram pequena recuperação, tendo seus danos reduzidos a severo (Figura 2E). Farias et al. (2012) observaram recuperação total de plantas de seringueira aos 180 DAA submetidas a deriva de 345,6 g e.a. ha<sup>-1</sup>.



**Figura 2.** Porcentagem de fitotoxidez de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de doses de glyphosate em seringueira aos 9 (A), 21 (B), 42 (C), 120 (D) e 180 (E) dias após a aplicação (DAA). As barras verticais representam o erro padrão dos tratamentos.

Entre os clones, PR 255 mostrou-se mais susceptível à fitotoxidez em relação aos demais clones, aos 21 e aos 42 DAA, apresentando sintomas muito fracos, em comparação

aos sintomas mínimos observados nos demais clones. A partir de 120 DAA não foram observadas diferenças significativas entre os clones (Tabela 2).

**Tabela 2.** Porcentagem de fitotoxicidade de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate em três clones comerciais aos 9, 21, 42, 120 e 180 dias após a aplicação (DAA)

Clones	Fitotoxidez				
	9 DAA	21 DAA	42 DAA	120 DAA*	180 DAA**
RRIM 600	11,9	16,1 a	16,23a	28,2	17,3
GT1	13,9	16,7 a	16,7 a	29,0	18,5
PR 255	17,0	23,4 b	24,8 b	31,8	15,8
Média	14,3	18,7	19,3	29,7	17,2
C.V. (%)	23,9	27,1	28,9	22,6	37,5

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade. \* Refere-se à emissão do primeiro lançamento foliar após a aplicação. \*\* Refere-se à emissão do segundo lançamento foliar após a aplicação.

Observou-se que as plantas que apresentavam folhas jovens na fase de aplicação do herbicida, apresentaram sintomas mais pronunciados de fitotoxicidade até os 42 DAA, enquanto as plantas com folhas totalmente maduras, apresentaram sintomas menos evidentes até os 42 DAA. Estas plantas apresentaram murcha, clorose, retorcimento das folhas jovens e epinastia das brotações em doses acima de 32%. Sintomas semelhantes foram encontrados por Tuffi Santos et al. (2005; 2006a) em eucalipto. A mudança da coloração nas folhas em razão da clorose pode estar relacionado à degeneração dos cloroplastos (CAMPBELL et al., 1976). Existem evidências de que o glyphosate causa efeitos prejudiciais a um precursor na biossíntese de clorofila (NILSSON, 1985), reduzindo a síntese da clorofila ou aumentando a degeneração da mesma, resultando em clorose das folhas. A clorose pode desaparecer durante o crescimento posterior das plantas, porém, os sintomas podem voltar em folhas novas, se persistir a falta de clorofila (YAMADA; CASTRO, 2007).

O sintoma mais característico da intoxicação por glyphosate observados nas plantas de seringueira foi a emissão de folhas com alteração da relação comprimento-largura, resultando em folhas compridas e estreitas (Figura 2). Este sintoma pode se manifestar em lançamentos foliares em fase inicial de desenvolvimento no momento da aplicação, porém, o efeito é melhor observado no primeiro lançamento foliar emitido após a aplicação do glyphosate. A intensidade desta deformação na morfologia foliar esta diretamente associada a dose de herbicida que atingiu a planta, demonstrando sintomas mais evidentes conforme o aumento das doses. Na figura 3 pode-se observar os diferentes níveis de dano causados às folhas pela deriva do glyphosate. As folhas que apresentam alterações severas na relação de

comprimento/largura, também apresentavam coloração mais clara em relação as folhas saudáveis, além de apresentar retorcimento das folhas, em formato espiralado (Figura 3D).



**Figura 3.** Sintomatologia da fitotoxicidade de folhas jovens de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate nas doses de 0% (A), 4 e 8 % (B), 16% (C), 32% (C e D) e 64% (D e E).

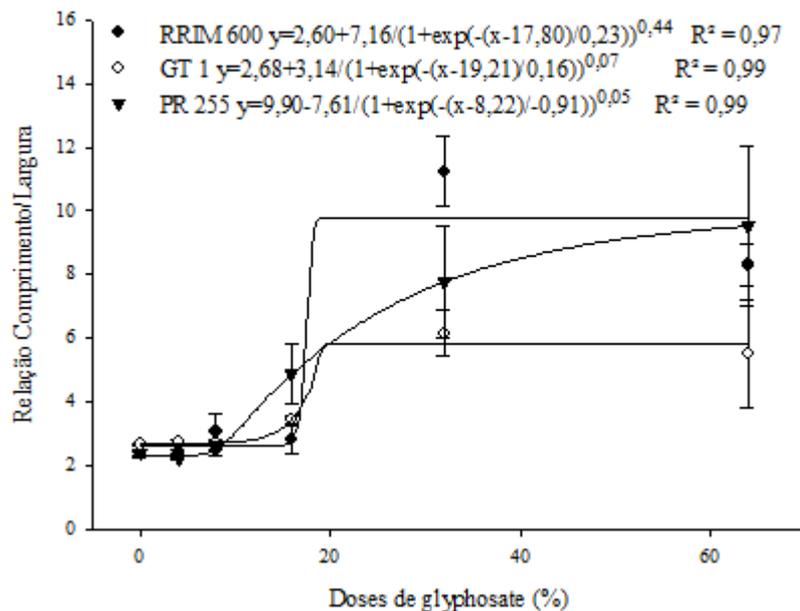
Outro sintoma característico observado nas maiores doses de glyphosate foram a emissão de brotações deformadas ao longo de todo o caule, além de superbrotações no meristema apical das plantas, que resultaram em redução do crescimento das plantas (Figura 3E). Gravena (2006) verificou que plantas de citros apresentaram brotações deformadas após a deriva simulada de glyphosate. Tuffi Santos et al. (2009) verificaram superbrotação com doses elevadas de glyphosate em eucalipto.

O crescimento da seringueira ocorre por fluxos ou lançamentos foliares, que podem chegar de 6 a 7 por ano, onde o primeiro fluxo aparece normalmente em agosto, independente da ocorrência de chuvas, e cessa entre junho e julho, onde se inicia o período de dormência da seringueira (CAMARGO et al., 1967). Este período é caracterizado pela senescência das folhas e paralização de crescimento em regiões caracterizadas pela deficiência hídrica e temperaturas baixas no inverno (MURBACH et al., 2003). Esse fator, associado à superbrotação do meristema apical, e conseqüente paralização da emissão de lançamento foliares, mesmo após o período de escassez de chuvas e temperaturas baixas, resultou em plantas totalmente desfolhadas com superbrotações que não se desenvolveram, reduzindo substancialmente ou paralisando o crescimento das plantas.

Estas características da seringueira são responsáveis pela diferença no tempo entre a emissão do primeiro e do segundo lançamentos foliares neste experimento, visto que o primeiro lançamento foliar foi emitido aos 120 DAA, enquanto o segundo lançamento foi emitido 60 dias após o primeiro.

Na maioria das plantas submetidas a deriva da dose de 64% de glyphosate, ocorreu superbrotação no meristema apical e posterior redução ou paralisia do crescimento da planta. As plantas que apresentaram estes sintomas e retomaram o crescimento durante a condução do experimento, desenvolveram lançamentos foliares pouco vigorosos, com encurtamento dos lançamentos, causando sobreposição das folhas, fato este que também contribui para reduzir a capacidade fotossintética da planta.

Verificou-se que as plantas submetidas a doses acima de 32% apresentaram maior relação comprimento/largura das folhas nos clones RRIM 600 e GT1, enquanto para o clone PR 255, este acréscimo ocorreu a partir da dose de 16% (Figura 4).



**Figura 4.** Relação comprimento/largura de folhas do primeiro lançamento foliar de clones de seringueira emitido após a deriva simulada de glyphosate. As barras verticais representam o erro padrão dos tratamentos.

Entre os clones, o RRIM 600 demonstrou ser mais sensível na dose de 32%, enquanto o GT1 apresentou maior tolerância quando submetido à dose de 64% de glyphosate para este sintoma (Figura 4).

Poucas plantas apresentaram alteração visível na relação comprimento/largura da folha até os 42 DAA. Este sintoma foi observado apenas em plantas que apresentavam folhas

jovens no momento da aplicação, e apenas em doses acima de 32%, porém, nem todas as plantas com estas características foram afetadas. Estes sintomas se manifestaram de forma evidente apenas após a emissão de novo lançamento foliar aos 120 DAA.

De acordo com Gravena (2006), o fato de as plantas terem apresentado sintomas de fitotoxidez expressivos nas brotações emitidas após a aplicação pode ter duas hipóteses, que podem ou não estar associadas. Na primeira hipótese, o herbicida se transloca pelas plantas, logo após a aplicação, se concentrando nas regiões meristemáticas, incluindo as gemas axilares, afetando a morfogênese das próximas brotações. Na segunda hipótese, o herbicida que não foi metabolizado pela planta, se transloca juntamente com os fotoassimilados, afetando as brotações durante a morfogênese. Embora nenhuma das hipóteses deva ser descartada, o autor sugere que a segunda hipótese é de difícil ocorrência, pois inúmeros fatores podem prejudicá-las. Embora seja comum que o glyphosate não seja metabolizado pelas plantas (COUPLAND, 1985), alguns fatores reduzem a sua disponibilidade entre o momento da aplicação e da emissão das brotações. A sua disponibilidade pode ser afetada pela conjugação às moléculas orgânicas (CATANEO et al., 2003), exsudação radicular (RODRIGUES et al., 1982) e pela metabolização por plantas ou microorganismos presentes nas plantas (MONQUERO et al., 2004).

De modo geral, doses acima de 32% resultaram em menor crescimento em altura das plantas (Figura 5). O clone PR 255 apresentou maior ganho em altura inicial, até 90 DAA, e total (0 a 400 DAA). O clone RRIM 600 apresentou menor crescimento entre 201 e 400 DAA, resultando em menor crescimento total (0 a 400 DAA) (Tabela 3).

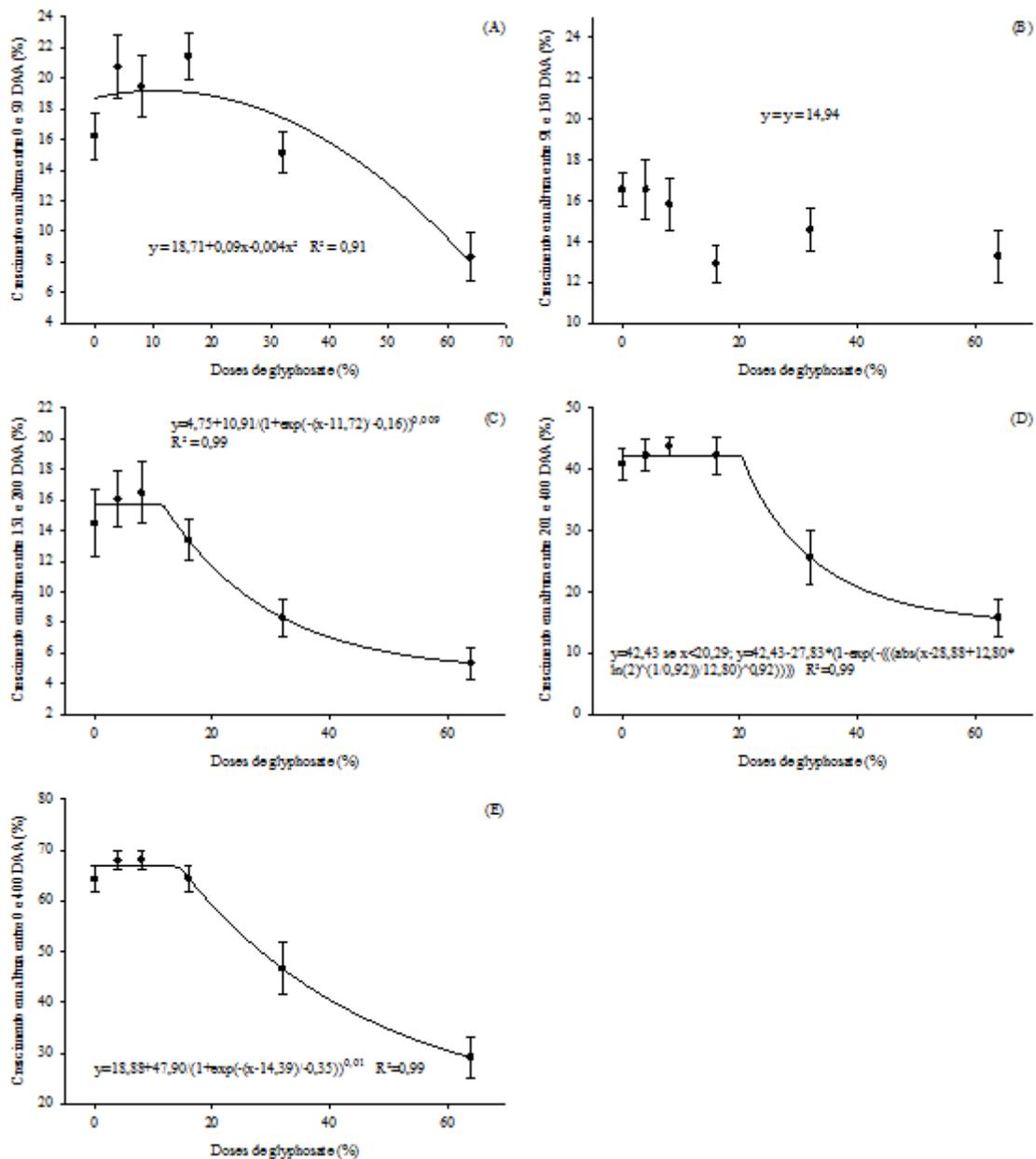
**Tabela 3.** Porcentagem de crescimento em altura de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate em três clones de seringueira nos intervalos de 0 a 90, 91 a 150, 151 a 200, 201 a 400 e 0 a 400 dias após a aplicação (DAA)

Clones	Altura				
	0-90	91-150	151-200	201-400	0-400
RRIM 600	15,62 b	14,79 a	10,95 a	30,13 b	52,02 b
GT1	15,33 b	15,86 a	12,35 a	36,81 a	56,80 ab
PR 255	19,68 a	14,18 a	13,70 a	38,37 a	61,43 a
Média	16,88	14,94	12,34	35,10	56,75
C.V. (%)	19,64	13,00	23,11	17,20	12,43

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade.

O crescimento de altura inicial (0 a 90 DAA) foi 48,7% menor na maior dose de glyphosate em relação a testemunha. Nesta fase, as plantas que apresentavam brotações e folhas jovens no momento da aplicação, apresentaram epinastia das folhas e caule, e em

plantas com folhas maduras, foi observado apenas leve clorose em doses acima de 32%, enquanto as plantas referentes a testemunha continuaram em pleno crescimento. Ressalta-se que este intervalo de avaliação compreendeu o período de dormência da seringueira (Figura 5A). Entre 91 e 150 DAA não houve diferença no crescimento entre as doses de glyphosate (Figura 5B).

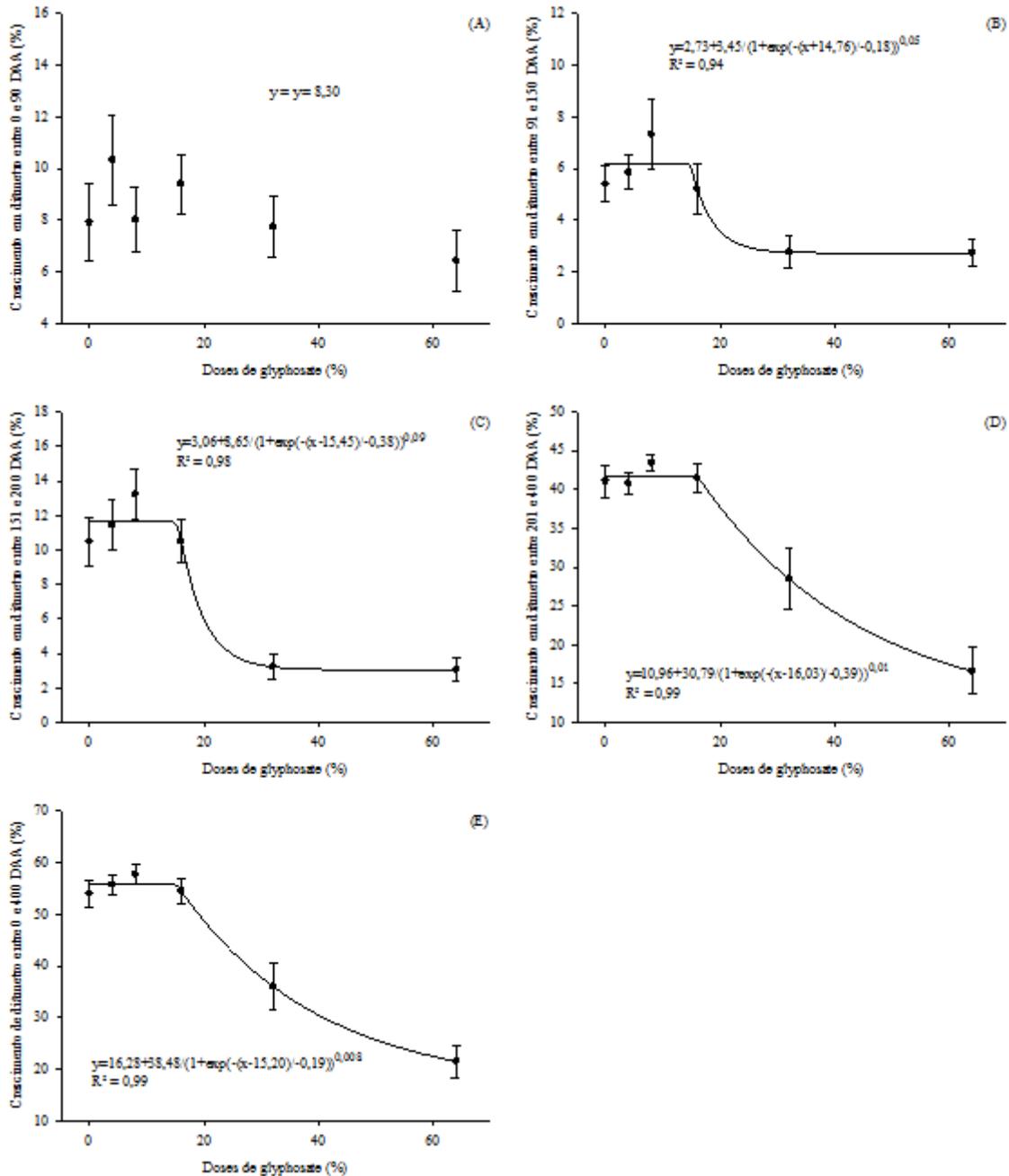


**Figura 5.** Porcentagem de crescimento em altura de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate em seringueira nos intervalos de 0 a 90 (A), 91 a 150 (B), 151 a 200 (C), 201 a 400 (D) e 0 a 400 (E) dias após a aplicação (DAA). As barras verticais representam o erro padrão dos tratamentos.

Nos intervalos de 151 a 200, 201 a 400 e 0 a 400 DAA houve resposta similar entre as doses de glyphosate, apresentando crescimento semelhante sob deriva de até 16% de

glyphosate, e conseqüente redução no crescimento conforme a deriva de doses maiores (Figuras 5C, 5D e 5E).

As doses de glyphosate não alteraram o crescimento em diâmetro das plantas nos primeiros 90 DAA. Porém, a partir de 90 DAA o crescimento em diâmetro das plantas foi menor em relação a testemunha nas doses de 32 e 64%, seguindo a mesma tendência do crescimento em altura. (Figura 6).



**Figura 6.** Porcentagem de crescimento em diâmetro de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate em seringueira nos intervalos de 0 a 90 (A), 91 a 150 (B), 151 a 200 (C), 201 a 400 (D) e 0 a 400 (E) dias após a aplicação (DAA). As barras verticais representam o erro padrão dos tratamentos.

A redução do crescimento em altura e diâmetro nas doses elevadas de glyphosate também foram observadas por Farias et al. (2012), onde a maior dose utilizada em seu estudo (345,6 g e.a ha<sup>-1</sup>) reduziu o crescimento em altura e diâmetro das plantas aos 180 DAA. Tuffi Santos et al. (2006b) observaram redução no crescimento de altura e diâmetro de cinco clones de eucalipto submetidos a doses de 172,8 e 345,6 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate aos 45 DAA. Os autores destacam que a redução no crescimento ocorreu devido a morte e senescência dos ápices das plantas causados pelo herbicida.

Em discordância de vários trabalhos encontrados na literatura com variadas culturas, a deriva de glyphosate, mesmo em doses elevadas (64%), não promoveu necrose e morte das brotações de seringueira. Nas maiores doses as plantas que foram afetadas de forma muito severa, apresentaram ocorrência de superbrotção, mas sem desenvolvimento destas, com paralisia do crescimento (Figura 2E) ou encurtamento dos lançamentos foliares, que resultaram em drástica redução do crescimento, tanto em altura quanto em diâmetro, pois a paralisia do desenvolvimento logo após o período da desfolha, proporcionou plantas totalmente desfolhadas e com muitas brotações, sendo que estas não se desenvolveram.

O clone RRIM 600 apresentou menor crescimento em diâmetro entre os 91 e 150 DAA (Tabela 4).

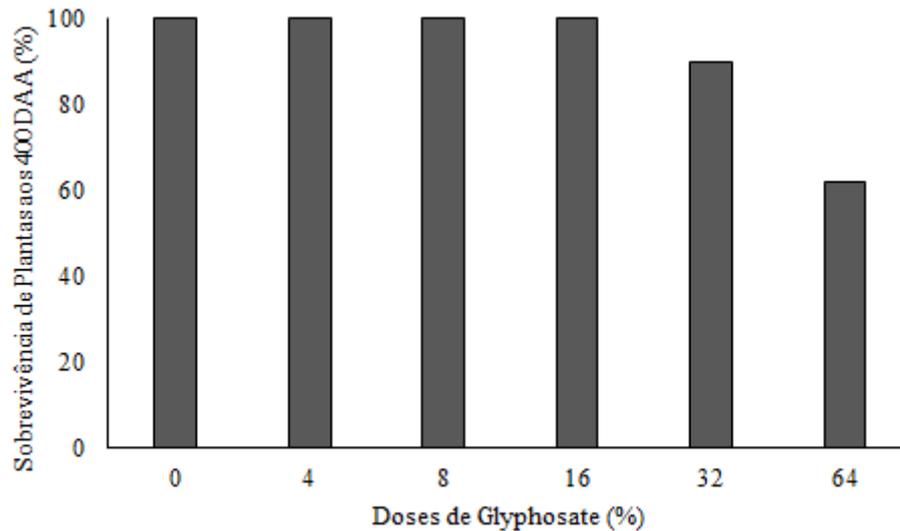
**Tabela 4.** Porcentagem de crescimento em diâmetro de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate em três clones de seringueira nos intervalos de 0 a 90, 90 a 150, 150 a 200, 201 a 400 e 0 a 400 dias após a aplicação (DAA)

Clones	Diâmetro				
	0-90	91-150	151-200	201-400	0-400
RRIM 600	7,82 a	3,42 b	7,75 a	34,96 a	44,23 a
GT1	9,07 a	5,72 a	9,52 a	34,45 a	46,90 a
PR 255	8,02 a	5,49 a	8,69 a	36,50 a	48,54 a
Média	8,30	4,87	8,65	35,30	46,56
C.V. (%)	32,78	32,79	26,29	15,96	13,89

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade.

Foram observadas aos 400 DAA, a morte de 10 e 38% das plantas submetidas a doses de 32 e 64%, respectivamente (Figura 7). Estas plantas morreram em decorrência de deficiência hídrica ocorrida a partir do segundo decêndio do mês de abril (Figura 1). Nota-se que, as mortes das plantas ocorreram apenas em parcelas com doses elevadas de glyphosate, assim, pode ter ocorrido inibição do desenvolvimento do sistema radicular das mudas, haja vista que estas foram submetidas à deriva poucos dias após o plantio, portanto, não possuíam sistema radicular desenvolvido. Relatos indicam que o glyphosate reduz o crescimento do

sistema radicular de várias culturas, como a soja (DVORANEN et al., 2007), café (FRANÇA et al., 2010), entre outras.



**Figura 7.** Porcentagem de sobrevivência de plantas de seringueira aos 400 dias após a aplicação (DAA) submetidas a deriva de glyphosate.

Os sintomas observados que resultaram na redução do crescimento das plantas e consequente morte em doses elevadas ocorrem devido à ação do herbicida no metabolismo da planta. A ação do glyphosate na planta afeta a síntese dos metabólitos secundários, devido ao bloqueio da rota do ácido chiquímico. Alguns dos efeitos que podem ser afetados pela ação do herbicida estão a síntese de ácido indolacético (IAA) e outros hormônios vegetais, síntese de clorofila, síntese de proteínas, respiração, fotossíntese entre outros. Na planta, a síntese do promotor de crescimento (IAA) é inibida, pois os precursores da sua biossíntese são inibidos pela ação do glyphosate, resultando em redução do IAA na planta (YAMADA; CASTRO, 2007).

A redução de IAA na planta, afeta a biossíntese de outro importante biorregulador vegetal, pois o mesmo é precursor da síntese de giberelina (GA). A concentração de IAA e GA, em maior ou menor quantidade em brotações de espécies arbóreas, afeta a diferenciação cambial, favorecendo a formação do xilema ou floema. (YAMADA; CASTRO, 2007).

As reações metabólicas citadas acima, dentre outras alterações no metabolismo secundário, resultantes da deriva de glyphosate, pode ser um dos principais fatores que promovem a paralisia do crescimento da planta, seja pela redução dos promotores de crescimento, pela redução da produção de fotoassimilados devido a redução na síntese de clorofila ou por outros fatores.

A resposta de plantas de seringueira à deriva de glyphosate é semelhante às obtidas em outras culturas, tanto anuais, como perenes, pela redução do crescimento em doses elevadas, e pelos sintomas de fitotoxicidade iniciais, porém, a diferença na forma como a planta de seringueira se desenvolve, por meio de lançamentos foliares, não permite associações diretas para comparação de doses limite e tempo necessário para a completa recuperação da planta, haja visto que este tempo de recuperação pode variar conforme a velocidade de crescimento das plantas, ou seja, conforme a época em que a planta sofre a deriva do herbicida, devido a seringueira apresentar dormência em épocas onde a temperatura atinge 20°C ou menos, ocorrendo desfolha e redução no crescimento neste período.

## 2.4 Conclusões

Todas as doses de glyphosate testadas promoveram sintomas de fitotoxidez em plantas de seringueira até 42 DAA, variando entre 7,92 e 36,74%, classificados como nulo e fraco, respectivamente.

As plantas submetidas a doses de até 8% se recuperaram aos 120 DAA, enquanto as submetidas a dose de 16% se recuperaram aos 180 DAA, independentemente do clone utilizado.

Doses acima de 32% resultam em sintomas severos de fitotoxicidade a partir da emissão do primeiro lançamento foliar após a aplicação, aos 120 DAA, além de reduzir o crescimento em altura e diâmetro, e aumentar a relação comprimento/largura das folhas, independentemente do clone.

A deriva acima de 32% de glyphosate causa morte de plantas de seringueira.

## 2.5 Referências Bibliográficas

AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. T.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F. Boletim IAC 200. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas 7<sup>o</sup> edição. Campinas, SP, p.365-367, 2014.

CAMARGO, A. P.; CARDOSO, Rosa M. G.; SCHMIDT, N. C. Comportamento e ecologia do “mal-das-folhas” da seringueira nas condições climáticas do planalto paulista. **Bragantia**, v. 26, n.1, p. 1-18, 1967.

CAMPBELL, W. F.; EVANS, J. O.; REED, F. C. Effect of glyphosate on chloroplast ultrastructure of quack grass mesophyll cell. **Weed Science**, v. 24, p. 22-25, 1976.

CARVALHO, L. B.; ALVES, P. L. C. A.; COSTA, F. R. Differential response of clones of eucalypt to glyphosate. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, 2015.

CATANEO, A. C.; DESTRO, G. F. G.; FERREIRA, L. C.; CHMMA, H. L.; SOUSA, D. C. F. Atividade da glutathione S-transferase na degradação do herbicida glyphosate em plantas de milho (*Zea mays*). **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p; 307-312, 2003.

COUPLAND, D. Metabolism of glyphosate in plants. IN: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. A. (Ed). **The herbicide glyphosate**. London: Butterworths, 1985. p. 48-74.

DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal, FUNEP, 1992. 431 p.

DVORANEN, E. C.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; CAVALIERI, S. D.; BLAINSKI, E.; FRANCHINI, L. H. M.; RIOS, F. A.; ALONSO, D. G.; BIFFE, D. F. Influência do glyphosate sobre o acúmulo de massa seca do sistema radicular de vinte cultivares de soja RR. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP, 2007b. p. 191- 193. 1 CD-ROM.

FARIAS, C. C. M.; RONDON NETO, R. M.; O. M.; FARIAS, C. B. M. Efeitos de subdoses de glyphosate em plantas jovens de seringueira (*Hevea brasiliensis* Aubl.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 1, p. 119-125, 2012.

FRANÇA, A. C.; FREITAS, M. A. M.; FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; REIS, M. R.; GALON, L.; VICTORIA FILHO, R. Crescimento de cultivares de café arábica submetidos a doses do glyphosate. **Planta daninha**, v. 28 n. 3, 2010.

GRAVENA, R. **Respostas bioquímicas e fisiológicas de plantas de citros atingidas pelo glyfosate**. 2006. 144p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

LANGARO, A. C.; NOHATTO, M. A.; PERBONI, L. T.; TAROUCO, C. P.; AGOSTINETTO, D. Alterações fisiológicas na cultura do tomateiro devido à deriva simulada de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.13, n.1, p.40-46, 2014.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; OSUNA, M. D.; DE PRADO, R. A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 445-451, 2004.

MOOIBROEK, H.; CORNISH, K. Alternative sources of alternative rubber. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 55, p. 355-365, 2000.

MURBACH, M. R.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; SOUZA, E. C. A. Nutrient cycling in a RRIM 600 clone rubber plantation. **Scientia Agricola**, v. 60, p. 353-357, 2003.

NILSSON, G. Interactions between glyphosate and metals essential for plant growth. In: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. **The herbicide glyphosate**. London: Butterworths, p.35-47, 1985.

PEREIRA, M. R. R.; RODRIGUES, A. C. P.; CAMPOS, C. F.; MELHORANÇA FILHO, A. L.; MARTINS, D. Absorção de subdoses glyphosate aplicadas em diferentes locais de plantas de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 35 n. 3, supl.1, 2011.

RABBANI, N.; BAJWA, R.; JAVAID, A. Interference of five problematic weed species with rice growth and yield. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, p. 1854-1862, 2011.

RAMSDALE, B.K.; MESSERSMITH, C.G. Drift-reducing nozzle effects on herbicide performance. **Weed Technology**, v. 15, n. 3, p.453-460, 2001.

RODRIGUES, J. J. V.; WORSHAM, A. D.; CORBIN, F. T. Exudation of glyphosate from wheat (*Triticum aestivum*) plants and its effects on interplanting corn (*Zea mays*) and soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, v. 30, p; 316-320, 1982.

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**, v. 23, n. 1, 2005.

TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; DUARTE, W. M.; TIBURCIO, R. A. S.; MACHADO, A. F. L. Intoxicação de eucalipto submetido à deriva simulada de diferentes herbicidas, **Planta Daninha**, v. 24 n. 3, 2006a.

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, 2006b.

TUFFI SANTOS, L. D.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; Meira, R. M. S. A; FERREIRA, F. A.; TIBURCIO, R. A. S.; MACHADO, A. F. L. Leaf anatomy and morphometry in three eucalypt clones treated with glyphosate. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 1, p. 129-136, 2009.

WAGNER JÚNIOR, A.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS, C. E. M.; SILVA, J. O. C.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H.; FERREIRA, F. A. Deriva simulada de formulações comerciais de glyphosate sobre maracujazeiro amarelo. **Planta daninha**, v. 26, n. 3, 2008.

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. **International Plant Nutrition Institute**, Encarte Técnico, Informações Agronômicas, n. 119, 2007.

YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C. Resposta de cultivares de algodoeiro a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 627-633, 2005.

### CAPITULO 3. DERIVA DE HERBICIDAS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SERINGUEIRA

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos causados pela deriva simulada de glyphosate, 2,4D e a combinação de ambos na seringueira. O experimento foi conduzido a campo no município de Votuporanga, SP, no período de maio a dezembro de 2017. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x6, com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por três tratamentos químicos (Glyphosate, 2,4D e Glyphosate+2,4D). O segundo fator foi constituído por seis doses de glyphosate (0,0; 57,6; 115,2; 230,4; 460,8 e 921,6); 2,4D (0,00; 32,16; 64,32; 128,64; 257,28 e 514,56) e da combinação de ambos (0,0+0,0; 57,6+32,16; 115,2+64,32; 230,4+128,64; 460,8+257,28 e 921,6+514,56), correspondentes a 0, 4, 8, 16, 32 e 64 % da dose de 1.440 e 804 g e.a. ha<sup>-1</sup>, de glyphosate e 2,4 D, respectivamente. Cada unidade experimental foi constituída por 3 plantas, totalizando 216 plantas. A deriva acima 32% da combinação de glyphosate e 2,4D causa alta taxa de mortalidade de plantas, enquanto a deriva de 16% prejudica o crescimento, podendo resultar em morte de algumas plantas. A deriva de 64% de 2,4D causa alta taxa de mortalidade para as plantas, e a deriva de 32% prejudica o crescimento. A deriva acima de 32% de glyphosate reduz o crescimento das plantas, mesmo aos 400 DAA, podendo resultar em morte de plantas. A deriva da combinação dos herbicidas aumenta a intensidade de sintomas de fitotoxidez, não sendo recomendado que ocorra deriva acima de 8%, enquanto para os herbicidas isolados, as plantas apresentaram plena recuperação em doses de deriva até 16%.

**Palavras-chave:** Fitotoxicidade; Tolerância; Epinastia, Brotação; Necrose; Clorose; Glyphosate; 2,4 D; *Hevea brasiliensis*.

**ABSTRACT:** This work aims to evaluate the effects caused by the simulated drift of glyphosate, 2,4D and the combination of both in the rubber tree. The experiment was conducted in the field, in Votuporanga, SP, from May to June 2018. The experimental design used was randomized blocks with four replicates, in a 3x6 factorial scheme. The first factor was composed of three chemical treatments (Glyphosate, 2,4D and Glyphosate + 2,4D). The second factor consisted of six doses of glyphosate (0.0, 57.6, 115.2, 230.4, 460.8 and 921.6); 2,4D (0.00, 32.16, 64.32, 128.64, 257.28 and 514.56) and the combination of both (0.0 + 0.0,

57.6 + 32.16; 115.2 + 64.32, 230.4 + 128.64, 460.8 + 257.28 and 921.6 + 514.56), corresponding to 0, 4, 8, 16, 32 and 64% of the recommended dose commercially of 1.440 and 804 g e. a. ha<sup>-1</sup>. Each experimental unit consisted of 3 plants, totaling 216 plants. The drift above 32% of the combination of glyphosate and 2,4D causes a high mortality rate of plants, while the drift of 16% impairs the growth, which can result in the death of some plants. The 64% drift of 2,4D causes a high mortality rate for the plants, and the 32% drift impairs growth. The drift above 32% of glyphosate reduces plant growth, even at 400 DAA, which can result in plant death. The herbicide combination drift increases the intensity of phytotoxicity symptoms, and it is not recommended that drift occurs above 8%, whereas for the isolated herbicides, the plants showed full recovery in drift doses up to 16%.

**Key-words:** Phytotoxicity; Tolerance; Epinasty; Sprout; Necrosis; Chlorosis; Glyphosate; 2,4 D; *Hevea brasiliensis*.

### 3.1 Introdução

A seringueira (*Hevea brasiliensis*) é a principal fonte de borracha natural no mundo. Embora seja originária do Brasil, há um déficit muito grande entre a produção e o consumo nacional de borracha, sendo necessária a importação de grande parte do que é consumido no país. O sudeste do continente asiático detém três quartos da produção mundial de borracha, sendo os principais países produtores, Tailândia, Indonésia, Malásia e Vietnã (SCALOPPI JUNIOR et al., 2017).

Para a obtenção de boa produção de látex, é necessário que os seringais tenham adequado desenvolvimento inicial. Dentre os fatores que influenciam o crescimento das plantas nesta fase, destaca-se a interferência pelas plantas daninhas, pois estas competem com as mudas por luz, água, nutrientes, CO<sub>2</sub>, e espaço, além de possíveis efeitos alelopáticos, resultando em maior tempo necessário para o início da sangria (RABBANI et al., 2011). A presença de daninhas também aumenta a incidência do cancro-do-enxerto, devido ao microclima favorável que se forma na base do caule (PEREIRA et al., 1999).

Durante a fase de desenvolvimento da seringueira até o fechamento do dossel, o controle das plantas daninhas deve ser realizado em toda a entre linha, podendo-se realizar o controle cultural, químico ou mecânico. Todavia, independente do método de controle utilizado, é necessário que se deixe um metro de cada lado da linha de plantio livre de plantas daninhas, culturas anuais ou de cobertura. Atualmente, o controle das plantas daninhas é

realizado em grande parte com o uso de herbicidas, devido a efetividade do controle, e a necessidade de pouca mão de obra.

Entre os herbicidas mais frequentemente utilizados no Brasil, entre os anos de 2012 a 2016, estão o glyphosate e o 2,4D, ambos de ação sistêmica (PIGNATI et al., 2017). O glyphosate é utilizado somente em pós-emergência, enquanto o 2,4D pode ser utilizado tanto em pós, quanto em pré-emergência, dependendo da seletividade da cultura não alvo e da espécie infestante a ser controlada.

Em muitas situações, o controle químico pode causar prejuízos a culturas não alvo pela deriva dos herbicidas, afetando a produção e a morfologia das plantas (PEREIRA et al., 2010). Os danos causados pela deriva dependem de alguns fatores, como a espécie atingida, modo de ação, quantidade de produto que chega na planta, a susceptibilidade da planta a determinado produto, dentro outros (YAMASHITA; GUIMARÃES, 2005).

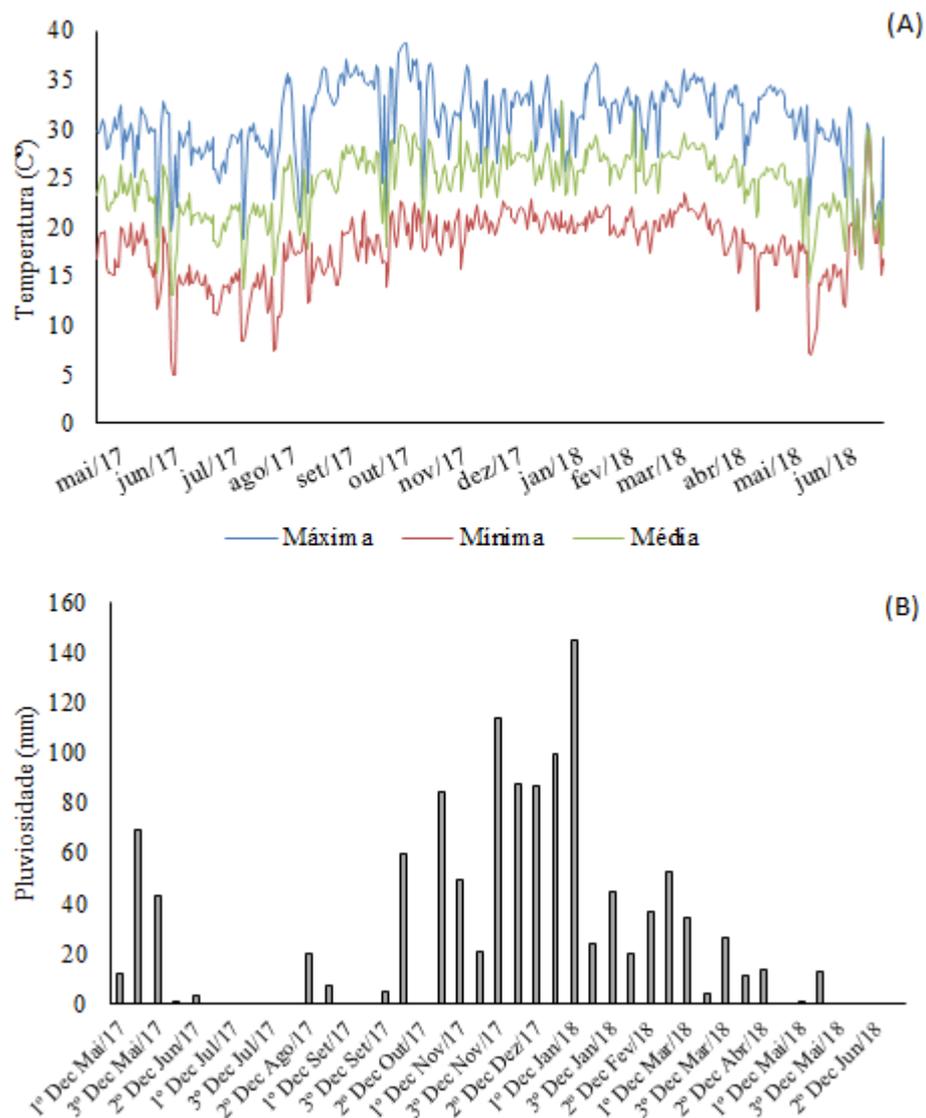
Existem relatos na literatura de danos causados pela deriva, tanto de glyphosate, quanto de 2,4D em diversas culturas, como em café conilon (YAMASHITA et al., 2013) tomate (FAGLIARI, et al., 2005) eucalipto (PEREIRA et al., 2011), porém, os relatos científicos de efeitos em seringueira são escassos.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos causados pela deriva simulada de glyphosate, 2,4D, e a sua combinação na seringueira.

## **3.2. Material e Métodos**

### **3.2.1. Localização e Caracterização da Área Experimental**

A pesquisa foi desenvolvida no APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Instituto Agrônomo/IAC - Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, no município de Votuporanga, SP (latitude 20°20'S, longitude 49°58'W e altitude de 510 m), no período de março de 2017 a junho de 2017. Durante o período foram registrados os dados de temperatura mínima, média e máxima e pluviosidade (mm) (Figura 3 A, B).



**Figura 8.** Temperatura mínima, média e máxima (A) e pluviosidade (B) durante o período de condução do experimento, Votuporanga – SP (CIIAGRO).

### 3.2.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 6. O primeiro fator foi constituído pelos herbicidas, glyphosate, 2,4-D e a combinação de ambos. O segundo fator foi constituído por seis doses do herbicida glyphosate (0,00; 57,60; 115,20; 230,40; 460,80; 921,60); seis doses do herbicida, 2,4-D (0,00; 32,16; 64,32; 128,64; 257,28 e 514,56 g e.a. ha<sup>-1</sup>), e seis doses da combinação de ambos (0,0+0,0; 57,6+32,16; 115,2+64,32; 230,4+128,64; 460,8+257,28 e 921,6+514,56), correspondentes a 0, 4, 8, 16, 32 e 64 % das doses de 1,440 e 804 g e.a. ha<sup>-1</sup>, de glyphosate e

2,4 D, respectivamente. Cada unidade experimental foi constituída por 3 plantas, totalizando 216 plantas.

### 3.2.3 Instalação e Condução do Experimento

O plantio das mudas à campo foi realizado em 17 de maio de 2017. Foram abertos sulcos em linhas espaçadas em 1,5 m, com espaçamento entre plantas de 1 m, seguido de irrigação no dia do plantio. O clone utilizado foi o RRIM 600. Os tratos fitossanitários foram realizados de acordo com a recomendação quando necessários (AGUIAR et al., 2014).

A aplicação dos tratamentos foi realizada no dia 24 de maio de 2017, ao final da tarde. Na ocasião da aplicação, as condições meteorológicas foram registradas sendo a velocidade do vento de 0,5 m s<sup>-1</sup>, umidade relativa do ar de 67 % e temperatura do ar de 26 °C.

Nas aplicações utilizou-se pulverizador costal, com pressão constante a CO<sub>2</sub> de 175 kPa na barra, barra de 0,5 m de largura e dois bicos do tipo leque (TT 110:02), operando a 0,4 m do alvo, com faixa de deposição de 1 m de largura, propiciando volume de calda de 155 L ha<sup>-1</sup>.

### 3.2.4 Avaliações realizadas

Para a avaliação de fitotoxidez utilizou-se uma escala de notas de sintomas variando em função dos danos visuais, conforme Deuber (1992) (Tabela 5). As avaliações foram realizadas aos 2, 5, 9, 21, 42, 120 e 180 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, sendo as avaliações aos 120 e 180 DAA referentes ao surgimento do primeiro e segundo lançamento foliar.

**Tabela 5.** Escala de notas de fitotoxidez

Classe	% de Controle	Dano
I	0 a 10	Nulo
II	11 a 20	Mínimo
III	21 a 30	muito fraco
IV	31 a 40	Fraco
V	41 a 50	Sensível
VI	51 a 60	Médio
VII	61 a 70	Intenso
VIII	71 a 80	Severo
IX	81 a 90	muito severo
X	91 a 100	Total

Aos 45 DAA foram medidos a altura total das plantas e o comprimento da lesão no caule das plantas de seringueira para verificar a porcentagem de lesão no caule. Para essa característica apenas os tratamentos 2,4D e a combinação de 2,4D e glyphosate foram avaliados, pois as plantas do tratamento com glyphosate não apresentaram necrose ou qualquer lesão no caule. Também foram contados o número de folhas das plantas, para verificar a porcentagem de queda de folhas.

Aos 90 e aos 400 DAA foram contabilizadas as plantas vivas para calcular a taxa de sobrevivência de plantas.

Foram realizadas avaliações de altura de planta, medidas do enxerto até o topo da planta e diâmetro das plantas, medido 10 cm acima do enxerto. Com os dados coletados foi calculado a porcentagem de crescimento das plantas. As avaliações foram realizadas aos 0, 30, 90, 150, 200 e 400 DAA.

### 3.2.5 Análise Estatística

Os dados foram submetidos ao teste preliminar de normalidade e transformados em  $(\sqrt{x} + 0,5)$  e então, procedeu-se a análise de variância. A significância dos quadrados médios obtidos na análise de variância foi testada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade e as médias foram comparadas pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade para o fator clones. Para o fator doses dos herbicidas os dados foram submetidos à análise de regressão, adequando aos modelos com elevado  $R^2$  e explicação biológica.

## 3.3 Resultados e Discussão

Não houve interação entre os herbicidas e as doses utilizadas para a variável porcentagem de crescimento em diâmetro entre 0 a 30 e 91 a 150 DAA, e para porcentagem de crescimento em altura entre 0 a 30 e 151 a 200 DAA.

Aos 2 e aos 5 DAA o tratamento com o herbicida 2,4D apresentou fitotoxidez crescente conforme o aumento da dose, a partir de 8%. A deriva da combinação dos herbicidas não apresentou sintomas até a dose de 4%, promovendo um pico de evolução da fitotoxidez na dose de 8%, mantendo este nível mesmo nas maiores doses, enquanto o tratamento com glyphosate isolado não apresentou sintomas (Figuras 11A e 11B). Aos 2 DAA as plantas que receberam deriva de 2,4D e da combinação dos herbicidas a partir de 8% apresentavam sintomas evidentes de fitotoxidez, como murcha e enrugamento de folhas

jovens, e em doses acima de 32%, apresentavam também clorose (Figura 9B), epinastia de brotações e necrose das bordas de folhas jovens (Figura 9C), enquanto as folhas maduras aparentavam ter seu envelhecimento acelerado, apresentando coloração marron (Figura 9B). Aos 9 DAA apareceram os primeiros sintomas no tratamento glyphosate, crescentes conforme a dose, porém em baixa intensidade, enquanto os tratamentos contendo 2,4D apresentaram aumento na intensidade dos sintomas.

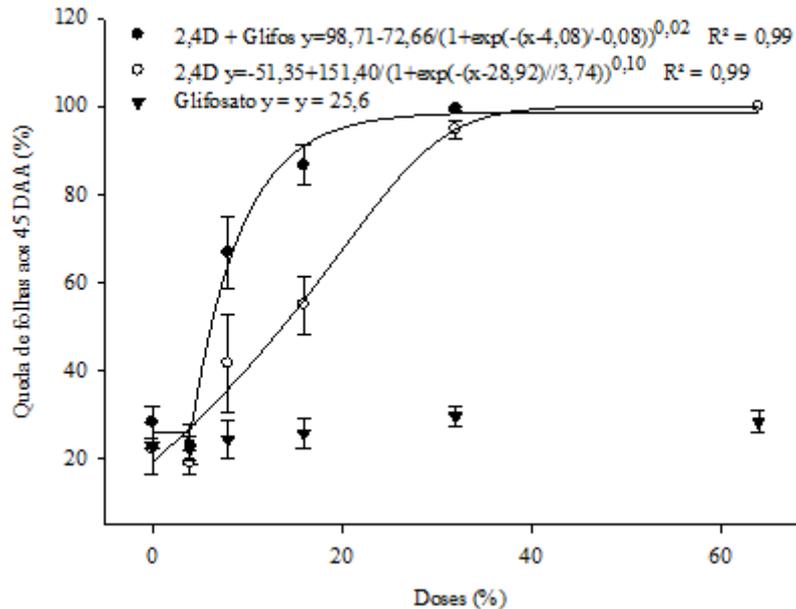


**Figura 9.** Sintomatologia de plantas de seringueira submetidas a deriva da combinação de glyphosate e 2,4D aos 5 (A e B) e 9 (C e D) dias após a aplicação (DAA). Figura A (0%), Figura B (8%), Figuras C e D (32%).

As plantas que receberam deriva de glyphosate apresentaram enrugamento e murcha das folhas jovens, semelhantes aos sintomas da deriva de 2,4D em doses baixas aos 2 DAA, e não apresentaram sintomas nas folhas maduras, enquanto as plantas dos tratamentos 2,4D e a combinação de 2,4D e glyphosate com deriva de 64% e acima de 32%, respectivamente, apresentavam as folhas maduras totalmente necrosadas, de coloração marron acinzentado (Figura 9D), e aspecto quebradiço, e as brotações também necrosadas.

Os tratamentos 2,4D e combinação de 2,4D e glyphosate, nas doses de 32% e 16%, respectivamente, apresentavam maioria das plantas com folhas maduras totalmente necrosadas, e brotações com epinastia e bordas das folhas necrosadas, porém, algumas plantas não apresentavam sintomas tão severos como em doses maiores. A combinação de herbicidas

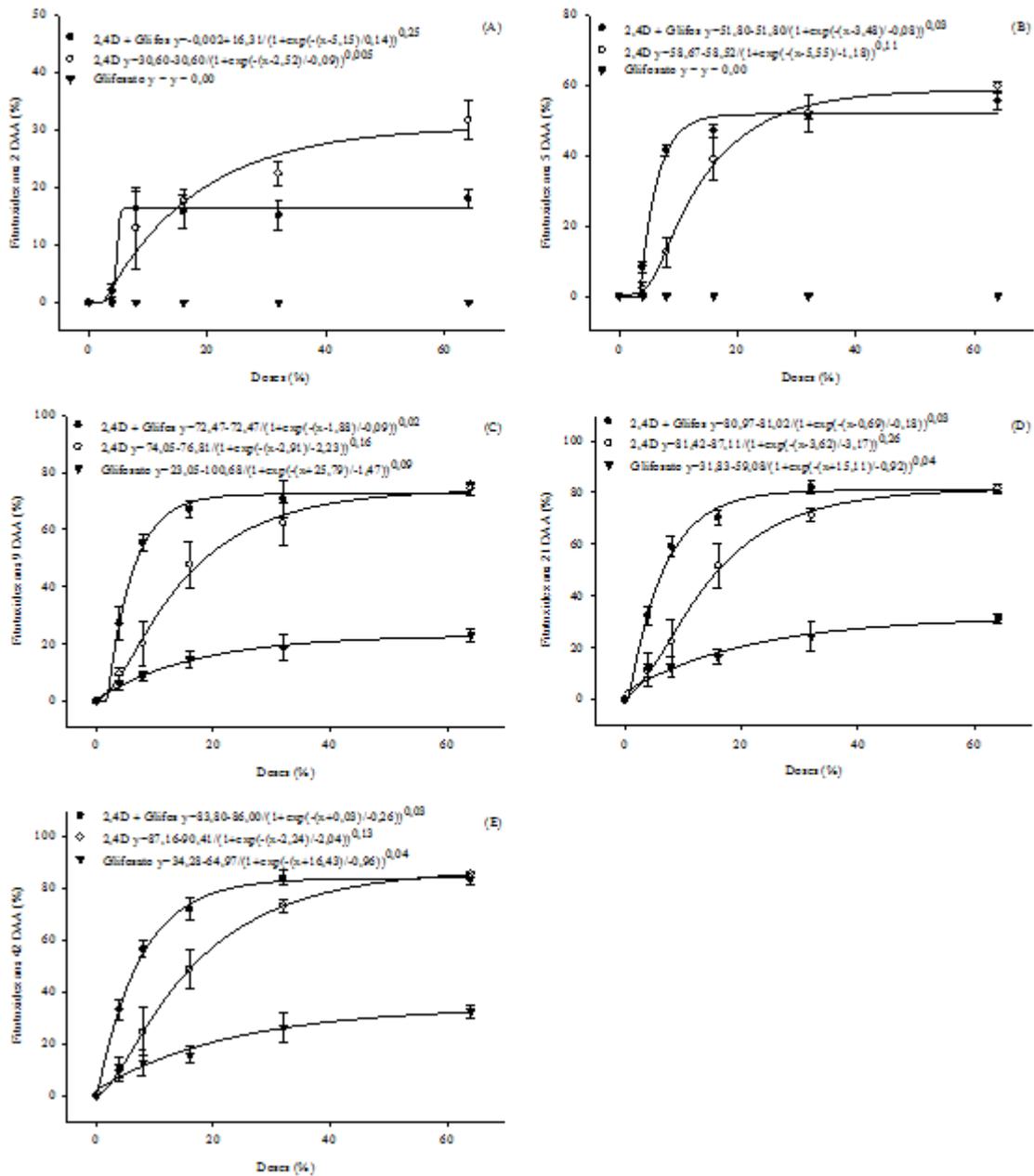
na dose de 8% resultou em queda das folhas maduras, murcha e retorcimento de folhas jovens, na maioria das plantas, sem sinais de necrose (Figura 10).



**Figura 10.** Porcentagem de queda de folhas de seringueira submetidas a deriva de 2,4D, glyphosate e da combinação de ambos aos 45 DAA. As barras verticais representam o erro padrão dos tratamentos.

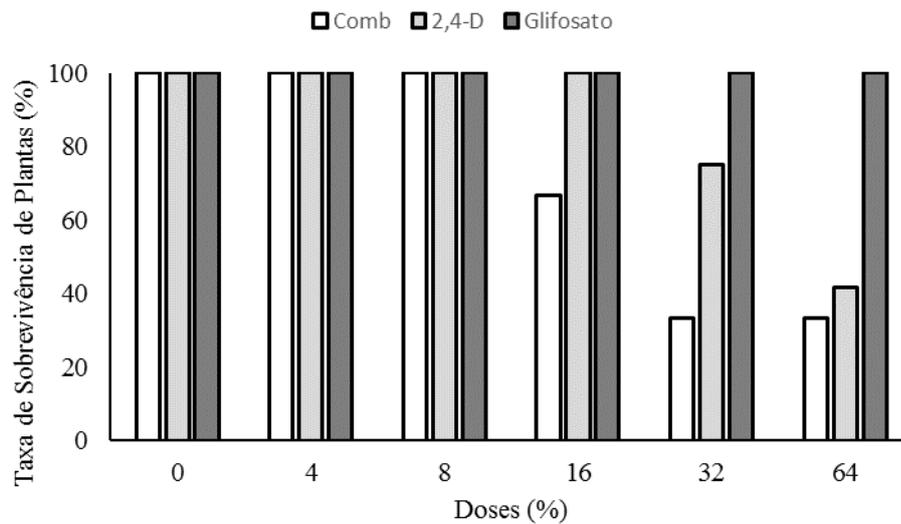
A deriva de glyphosate não causou queda de folhas nas plantas maior do que a queda natural das folhas, independente da dose de deriva. A deriva de 2,4D e da combinação dos herbicidas resultaram em queda das folhas de forma crescente, a partir da dose de 8% de deriva, causando a queda de 100% das folhas na dose de 64%, e de 94,8% e 99,5% na dose de 32%, para a deriva de 2,4D e da combinação dos herbicidas, respectivamente. Ressalta-se a potencialização dos danos causados pela combinação dos herbicidas, que resultaram em maior queda de folhas nas doses de 8 e 16%, que os herbicidas isolados (Figura 10).

Aos 9, 21 e 42 DAA, os tratamentos apresentaram o mesmo comportamento. O tratamento com glyphosate apresentou pequeno aumento na intensidade dos sintomas de fitotoxidez, porém, ainda considerado fraco, mesmo na maior dose. O tratamento com 2,4D isolado apresentou tendência crescente, com fitotoxidez muito fraca até a dose de 8%, média na dose 16% e severa em 32 e 64%. A combinação dos herbicidas apresentou maior fitotoxidez em relação aos mesmos isolados, pois, mesmo na dose de 4%, já apresentou fitotoxidez fraca, comparável à maior dose do herbicida glyphosate. As doses de 32 e 64% apresentaram fitotoxidez muito severa (Figuras 11C, 11D e 11E).



**Figura 11.** Porcentagem de fitotoxicidade de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate, 2,4D e da combinação de ambos em seringueira aos 2 (A), 5 (B), 9 (C), 21 (D), 42 (E) dias após a aplicação (DAA). As barras verticais representam o erro padrão dos tratamentos.

A deriva da combinação dos herbicidas nas doses de 16, 32 e 64% causaram a morte de 33,3, 66,7 e 66,7% das plantas, respectivamente, enquanto a deriva de 2,4D nas doses de 32 e 64% causaram a morte 25 e 58,3% das plantas. A deriva de glyphosate não resultou em morte de plantas aos 90 DAA (Figura 12).

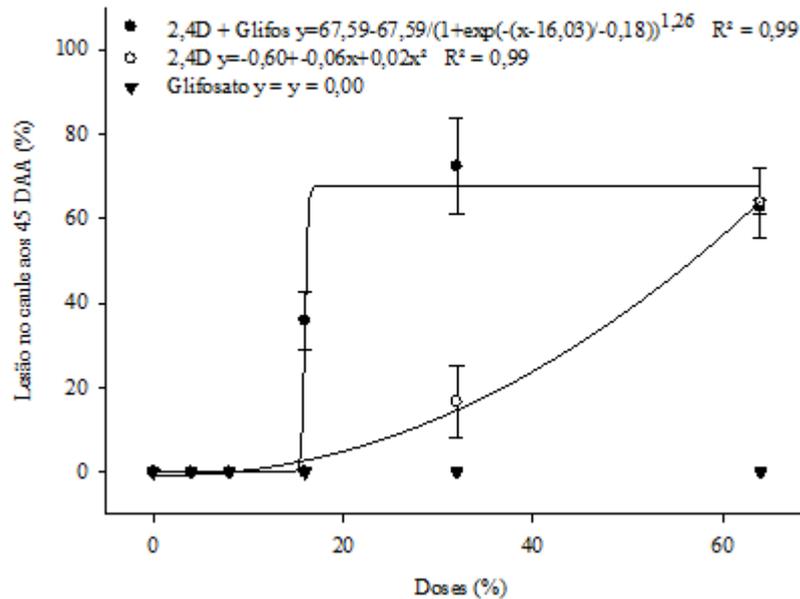


**Figura 12.** Porcentagem de sobrevivência de plantas de seringueira aos 90 DAA submetidas a deriva simulada da combinação de 2,4D e glyphosate e de ambos isolados.

Em ocasião da deriva dos herbicidas combinados, verificou-se lesão do caule (necrose) a partir da dose de 16%, atingindo aproximadamente 70% do caule da seringueira nas doses de 32 e 64%. A deriva de 2,4D isolado apresentou lesão do caule a partir de 32% da dose de deriva, atingindo na dose de 64%, valores similares aos observados nas duas maiores doses dos herbicidas combinados. Enquanto a deriva de glyphosate isolado não causou necrose no caule (Figura 13).

A necrose e consequente queda das folhas pode estar associado ao balanço hormonal, que pode ser causado tanto pelo 2,4D quanto pelo glyphosate, alterando a biossíntese do etileno e provocando a queda das folhas (VIDAL, 1997). A necrose no caule também se deve em razão do desbalanço hormonal e acúmulo de auxina nas plantas em decorrência da deriva de 2,4D, de modo que as células se rompem por não conseguirem acompanhar a sinalização deste hormônio, provocando rachaduras e necrose no caule (OLIVEIRA JÚNIOR; CONSTANTIN, 2001).

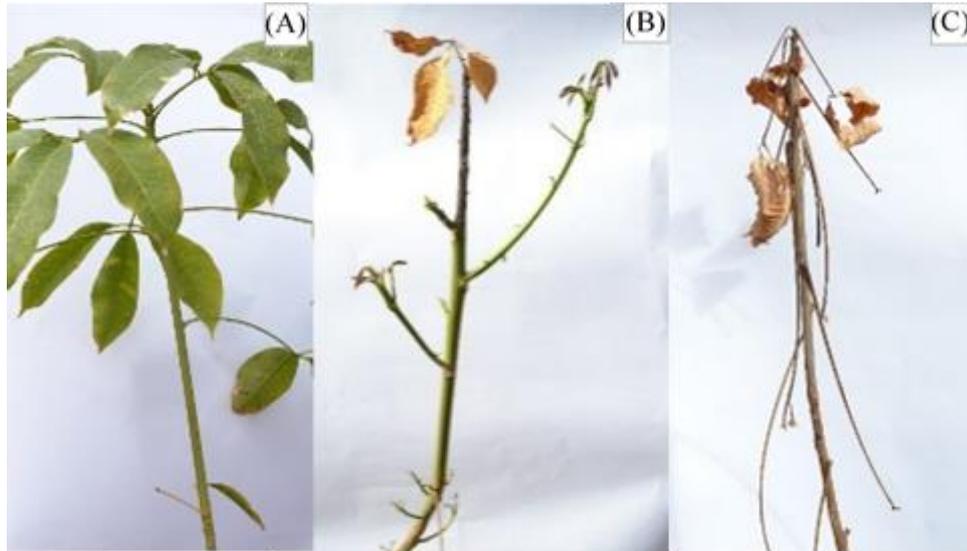
Na figura 14 observa-se, de modo geral, os níveis de lesão no caule das plantas. Plantas que não sofreram lesão no caule (Figura 14A), plantas que sofreram alguma lesão no caule, porém, se recuperaram (Figura 14B) e plantas que sofreram lesão total no caule e consequente morte (Figura 14C).



**Figura 13.** Porcentagem de lesão no caule de seringueira submetidas a deriva simulada de 2,4D e da combinação de 2,4D e glyphosate aos 45 DAA. As barras verticais representam o erro padrão dos tratamentos.

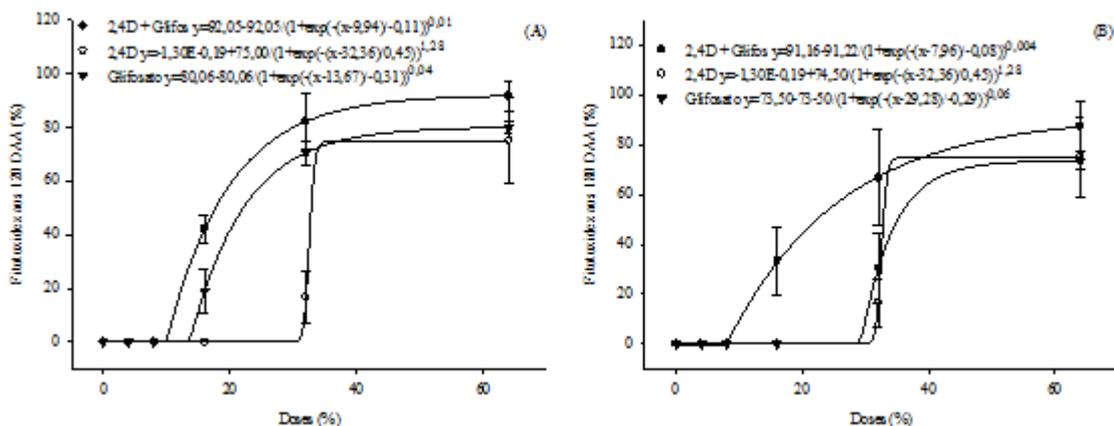
Aos 120 DAA, caracterizado pela emissão do primeiro lançamento foliar após a aplicação dos tratamentos, as plantas que sobreviveram à aplicação do herbicida 2,4D não apresentaram sintomas de fitotoxidez, estando totalmente recuperadas dos sintomas causados pelo herbicida, porém, devido a morte de plantas em doses acima de 32%, a fitotoxidez apresentou tendência crescente a partir desta dose. As plantas que receberam deriva de glyphosate apresentaram fitotoxidez crescente a partir da dose de 16%, com sintomas muito fracos nesta dose, e sintomas severos nas doses superiores, apresentando superbrotas, redução ou paralisia no crescimento (Figura 15A).

A combinação dos herbicidas apresentou intensidade de fitotoxidez crescente a partir da dose de 16%, com maior média em relação aos demais tratamentos, devido a morte de plantas pela ação do 2,4D associado a ação do glyphosate nas poucas plantas que sobreviveram (Figura 15A).

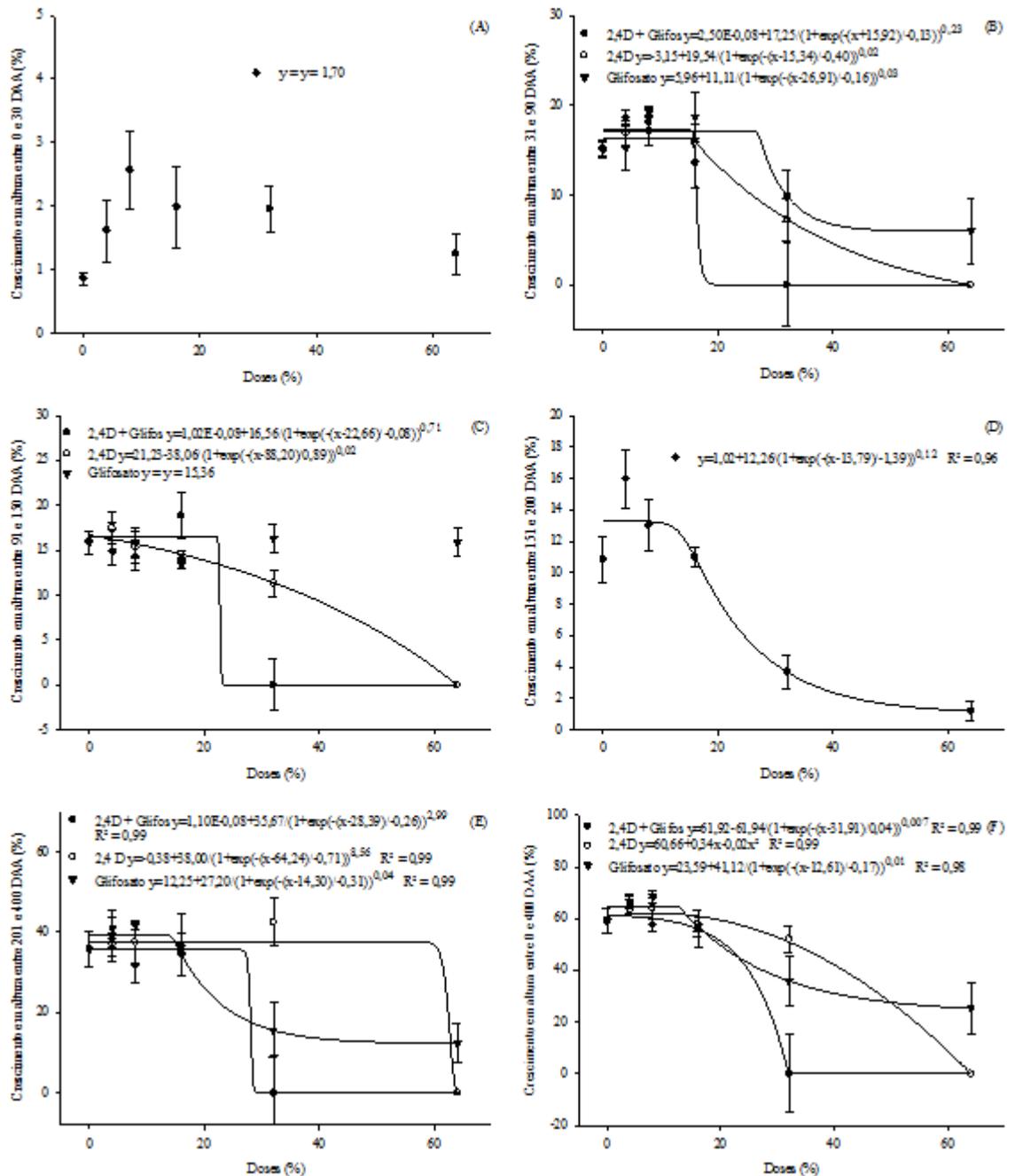


**Figura 14.** Sintomatologia do caule de seringueira submetidos a deriva de 2,4D e da combinação de glyphosate e 2,4D aos 45 DAA. Caule sem sintomas (A), caule parcialmente necrosado (B) e caule totalmente necrosado (C).

Aos 180 DAA, caracterizados pela emissão do segundo lançamento foliar, as plantas referentes a combinação dos herbicidas apresentaram fitotoxidez crescente a partir da dose de 16%, porém, com menor intensidade nas doses de 16 e 32% em relação à avaliação do período anterior. As plantas que receberam a deriva do glyphosate isolado apresentaram redução da fitotoxidez nas doses de 16 e 32%, enquanto na dose de 64%, as plantas não apresentaram recuperação em relação a avaliação anterior (Figura 15).



**Figura 15.** Porcentagem de fitotoxidez de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de glyphosate, 2,4D e da combinação de ambos em seringueira aos 120 dias após a aplicação (A) (emissão do primeiro lançamento foliar) e 180 dias após a aplicação (B) (emissão do segundo lançamento foliar). As barras verticais representam o erro padrão dos tratamentos.



**Figura 16.** Porcentagem de crescimento em altura de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de 0, 4, 8, 16, 32 e 64 % de glyphosate, 2,4D e da combinação de ambos, tendo como referência as doses de 1,440 e 804 g e.a. ha<sup>-1</sup>, de glyphosate e 2,4 D, respectivamente, em seringueira nos intervalos de 0 a 30 (A), 31 a 90 (B), 91 a 150 (C), 151 a 200 (D), 201 a 400 (E) e 0 a 400 (F) dias após a aplicação (DAA). As barras verticais representam o erro padrão dos tratamentos.

A maioria das plantas que receberam aplicação de 64% de glyphosate isolado apresentaram como sintomas superbrotação no meristema apical, e consequente paralização do crescimento. As poucas plantas que não tiveram seu crescimento paralisado apresentaram menor vigor na emissão dos lançamentos foliares, com encurtamento dos mesmos.

O crescimento em altura e diâmetro entre 0 a 30 DAA não foi alterado pelas doses dos herbicidas (Figuras 16A, 17A).

Entre os herbicidas a deriva de glyphosate resultou em menor crescimento em diâmetro entre 0 e 30 DAA, e a combinação dos herbicidas reduziu o crescimento em altura entre 151 e 200 DAA (Tabela 6).

O crescimento em altura entre 31 e 90 DAA apresentou resposta similar para os herbicidas em doses até 16%, sem diferença em relação a testemunha. Nas doses a partir de 32% houve diferenciação das respostas obtidas em relação aos herbicidas. A combinação dos herbicidas apresentou crescimento nulo devido a morte das plantas. A deriva dos herbicidas isolados reduziu o crescimento da plantas em doses de 32%, e em doses de 64%, o crescimento das plantas que receberam a deriva de 2,4D foi nula, devido a morte das mesmas, enquanto as que receberam deriva de glyphosate tiveram crescimento reduzido em relação à dose de 32% (Figura 16B).

A deriva, independente do herbicida utilizado, resultou em menor crescimento na altura a partir da dose de 16% no intervalo entre 151 e 200 DAA (Figura 16D).

**Tabela 6.** Porcentagem de crescimento em altura nos intervalos de 0 a 30, 151 a 200, e em diâmetro, entre 0 a 30 e 91 a 150 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas simulando deriva.

Herbicidas	Altura		Diâmetro	
	0-30	151-200	0-30	91-150
2,4D	2,10 a	9,68 a	6,59 a	3,03 a
Glyphosate	1,76 a	10,95 a	4,81 b	3,32 a
2,4D + Glyphosate	2,33 a	7,21 b	7,68 a	2,60 a
Média	2,06	9,28	6,36	2,98
C. V. (%)	30,13	25,02	23,18	30,92

Média seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade.

Nas avaliações realizadas entre 91 a 150, 201 a 400 e 0 a 400 DAA, as plantas submetidas a deriva da combinação dos herbicidas apresentaram tendência de crescimento em altura semelhante, não apresentando diferença com a deriva de até 16%, e crescimento nulo em doses superiores a 32%. As plantas que receberam a deriva de 2,4D apresentaram tendência decrescente conforme o aumento da dose nas avaliações entre 91 a 150 e 0 a 400 DAA, enquanto no intervalo entre 201 e 400 DAA, não foram observadas diferenças até a dose de 32%. O efeito da deriva de doses de glyphosate sobre a altura da plantas não apresentou diferenças entre 91 a 150 DAA, enquanto nas avaliações entre 201 a 400 e 0 a 400 DAA apresentaram mesma tendência de crescimento, sem diferença até a dose de 16%, e redução de crescimento conforme o aumento das doses a partir desta (Figuras 16C, 16E e 16F).

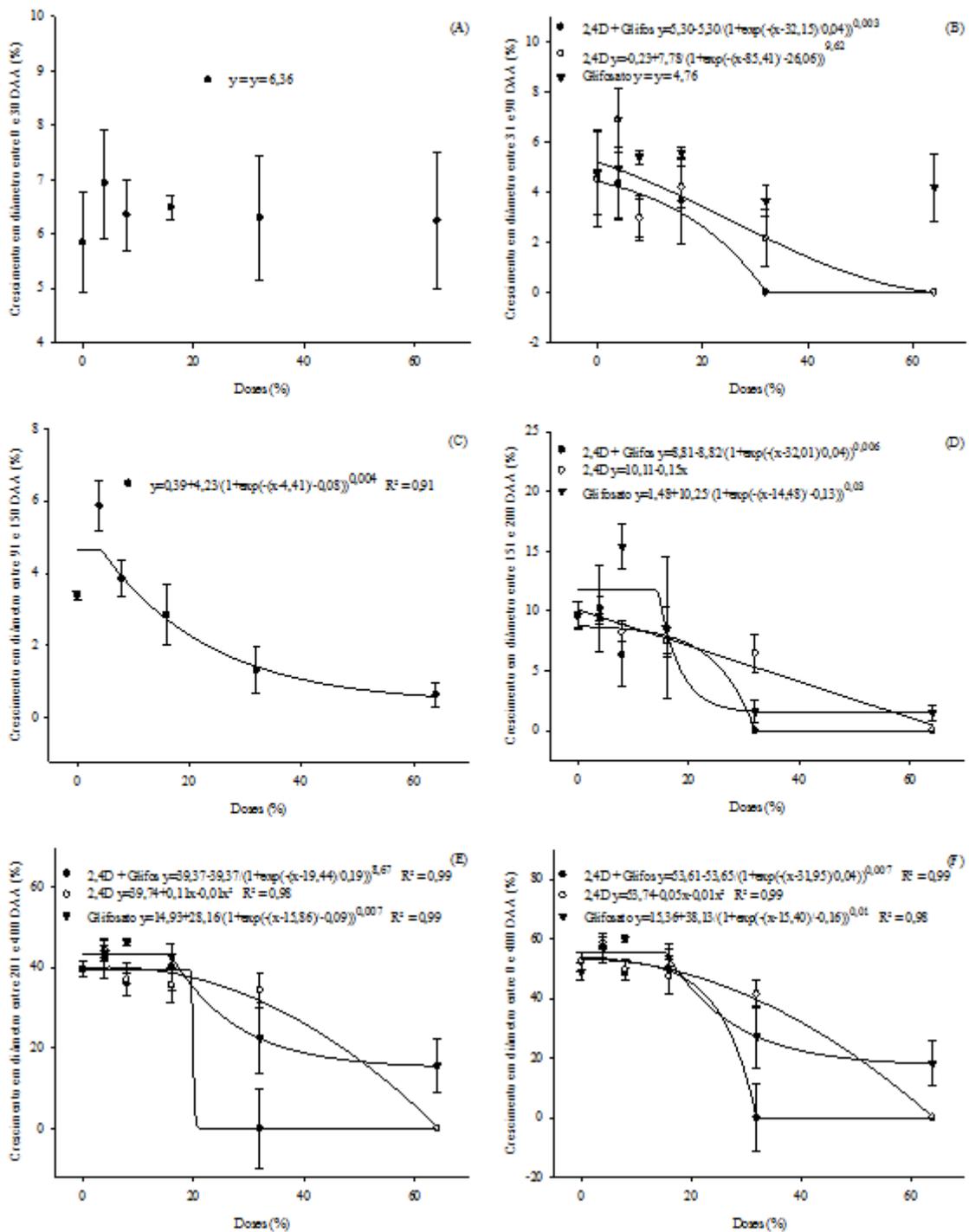
A deriva de 2,4D e da combinação de 2,4D e glyphosate causaram redução de crescimento em diâmetro semelhantes no intervalo entre 31 e 90 DAA, porém a combinação dos herbicidas apresentou menor crescimento do diâmetro em relação ao 2,4D, apresentando crescimento de 0% quando da deriva de 32%, enquanto a deriva de 2,4D reduziu crescimento a 0% apenas na dose de 64%. Não foram observadas diferenças entre as doses de glyphosate para este parâmetro avaliado (Figura 17B) neste período. Entre 91 e 150 DAA, independente do herbicida utilizado, o crescimento em diâmetro foi reduzido a partir da deriva de 8% (Figura 17C).

Entre 151 e 200 DAA, a combinação dos herbicidas apresentou leve decréscimo de crescimento em diâmetro até a dose de 16%, reduzindo este crescimento a 0 em maiores doses. A deriva de 2,4D apresentou decréscimo linear conforme o aumento das doses. A deriva de glyphosate reduziu o crescimento a partir da dose de 16% (Figura 17D).

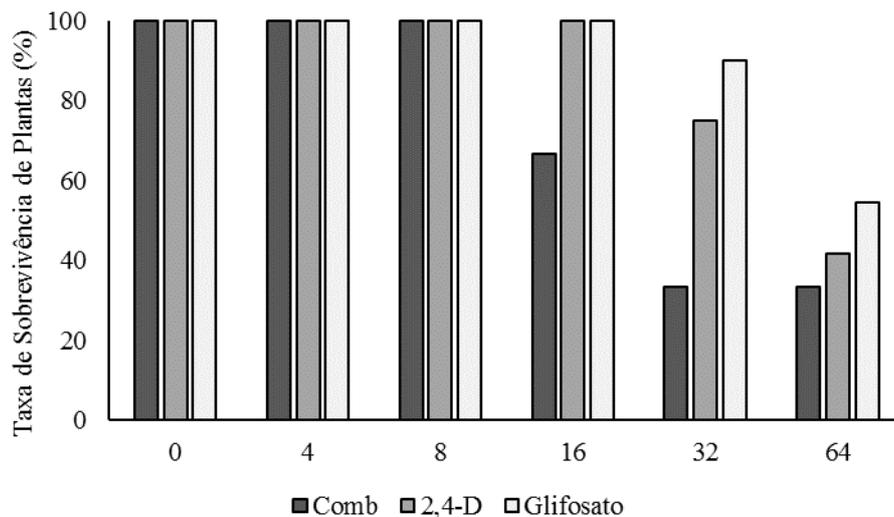
A tendência de crescimento em diâmetro foi similar para cada herbicida nos intervalos de avaliação entre 201 a 400 e 0 a 400 DAA. A deriva de glyphosate e da combinação dos herbicidas apresentaram redução do crescimento a partir de 16%, enquanto a deriva de 2,4D apresentou redução de crescimento quadrática conforme o aumento das doses (Figuras 17E e 17F).

Aos 400 DAA foram observadas a morte de plantas que foram submetidas a doses de herbicidas. A mistura 2,4 D + glyphosate e 2,4 D aplicado isoladamente apresentaram a menor taxa de sobrevivência, com a combinação dos herbicidas causando morte das plantas a partir de 16% de deriva e de 2,4 D e glyphosate aplicados isoladamente a partir 32% (Figura 18). Contudo, apenas para glyphosate acima de 32% ocorreu redução da taxa de sobrevivência das plantas que era de 100% aos 90 DAA e atingiu 90% e 55%, respectivamente para 32% e 64% de deriva aos 400 DAA. A menor taxa de sobrevivência destas plantas provavelmente está ligada a inibição do desenvolvimento radicular das plantas causado pelos tratamentos herbicidas que, associadas ao período de deficiência hídrica ocorrido a partir do segundo decêndio de abril limitaram o acesso a umidade pelas plantas culminando com sua morte (Figura 8).

A redução no crescimento em altura e diâmetro de plantas pode provocar, na implantação da área definitiva, a redução da capacidade de competição pelos fatores ambientais, como água, luz e nutrientes, decorrendo em formação de plantas menos vigorosas (YAMASHITA et al., 2013) com conseqüente aumento de frequência de plantas dominadas na área.



**Figura 17.** Porcentagem de crescimento em diâmetro de plantas de seringueira submetidas a deriva simulada de 0, 4, 8, 16, 32 e 64 % de glyphosate, 2,4D e da combinação de ambos, tendo como referência as doses de 1,440 e 804 g e.a. ha<sup>-1</sup>, de glyphosate e 2,4 D, respectivamente, em seringueira, nos intervalos de 0 a 30 (A), 31 a 90 (B), 91 a 150 (C), 151 a 200 (D), 201 a 400 (E) e 0 a 400 (F) dias após a aplicação (DAA). As barras verticais representam o erro padrão dos tratamentos.



**Figura 18.** Porcentagem de sobrevivência de plantas de seringueira aos 400 DAA submetidas a deriva simulada da combinação de 2,4D e glyphosate e de ambos de forma isolada.

A ação do 2,4D na planta induz a mudanças metabólicas e bioquímicas, pois altera o metabolismo de ácidos nucleicos e da plasticidade da parede celular, conseqüentemente, interfere na síntese de proteínas. Ocorre intensa indução da proliferação celular dos tecidos, além de causar interrupção do floema, cessando o movimento dos fotoassimilados das folhas para as raízes. Ocorre também redução de rigidez da parede celular devido ao incremento da síntese da enzima celulase, além de diminuir o potencial osmótico das células, provocado pelo acúmulo de proteínas. Como resultados destes efeitos, ocorre epinastia das folhas, retorcimento do caule, engrossamento das gemas terminais, causando a morte da planta em poucos dias ou semanas (FERREIRA et al., 2005). Tais fatores resultantes da ação do 2,4D na planta resultaram nos sintomas observados durante a condução do experimento e na conseqüente morte das plantas em doses elevadas.

A ação do glyphosate na planta afeta a síntese dos metabólitos secundários, devido ao bloqueio da rota do ácido chiquímico. Alguns dos efeitos que podem ser afetados pela ação do herbicida estão a síntese de ácido indolacético (IAA) e outros hormônios vegetais, síntese de clorofila, síntese de proteínas, respiração, fotossíntese entre outros. Na planta, a síntese do promotor de crescimento (IAA) é inibida, pois os precursores da sua biossíntese são inibidos pela ação do glyphosate, resultando em redução do IAA na planta (YAMADA; CASTRO, 2007).

A redução de IAA na planta, afeta a biossíntese de outro importante biorregulador vegetal, pois o mesmo é precursor da síntese de giberelina (GA). A concentração de IAA e

GA, em maior ou menor quantidade em brotações de espécies arbóreas, afeta a diferenciação cambial, favorecendo a formação do xilema ou floema. (YAMADA; CASTRO, 2007).

A alteração na concentração dos hormônios IAA, GA, dentre outros metabolismos secundários, resultantes da aplicação de glyphosate, pode ser um dos principais fatores que promovem a paralisia do crescimento da planta, seja pela redução dos promotores de crescimento, seja pela redução dos fotoassimilados resultantes da redução na síntese de clorofila ou por outros fatores.

Foram observados maiores valores médios de crescimento em altura e diâmetro em doses de 4 e 8% em relação a testemunha nos intervalos de avaliação até 200 DAA. Este crescimento pode ter ocorrido devido à efeitos hormonais das subdoses dos herbicidas. Este efeito de estímulo do crescimento por subdoses de moléculas tóxicas é chamada de hormese (VELINI et al., 2008). Este estímulo por subdoses de glyphosate já foi observado por alguns autores em diferentes culturas (CEDERGREEN et al., 2007; WAGNER et al., 2003).

A deriva dos herbicidas combinados se mostrou prejudicial em maior intensidade em relação aos herbicidas de forma isolada. Alguns trabalhos mostram efeito de sinergismo entre a mistura de 2,4 D e glyphosate, aumentando o controle de plantas daninhas em relação aos herbicidas isolados (TAKANO et al., 2013). Em contrapartida, os efeitos da deriva da mistura destes herbicidas também foram potencializados, pois de forma isolada, em doses acima de 32%, o 2,4D promoveu maiores danos na fase inicial após a aplicação até os 42 DAA, enquanto o glyphosate promoveu injúrias severas após a emissão do primeiro lançamento foliar, aos 120 DAA. A combinação dos herbicidas potencializou o efeito inicial, aumentando a lesão ao caule e a mortalidade de plantas, enquanto o efeito tardio do glyphosate foi semelhante aos observados na aplicação isolada.

Os efeitos do glyphosate na seringueira pode ser melhor entendido com estudos relacionados as características anatômicas da seringueira, pois, de acordo com Costa et al. (2010), as estruturas anatômicas relativas da epiderme, feixe vascular, bainha do feixe vascular, parênquima, esclerênquima, estômatos, tricomas e espessura da folha podem influenciar na deposição, retenção, absorção e translocação de soluções aplicadas sobre as folhas, funcionando como barreiras e dessa forma, estar associados à maior ou menor resistência ou tolerância de determinada planta aos produtos fitossanitários.

Para afirmar o que ocorre no metabolismo da planta para o desenvolvimento destes sintomas, principalmente os relacionados ao glyphosate, são necessários estudos sobre o metabolismo dos herbicidas na planta de seringueira e suas implicações.

### 3.4 Conclusões

A deriva acima de 32% da combinação de glyphosate e 2,4D causa alta taxa de mortalidade de plantas, enquanto a deriva de 16% prejudica o crescimento, podendo resultar em morte de plantas.

A deriva acima de 32% de glyphosate reduz o crescimento das plantas, mesmo aos 400 DAA, podendo resultar em morte de plantas.

A deriva dos herbicidas combinados aumenta a intensidade de sintomas de fitotoxidez, com recuperação total das plantas que receberam deriva de até 8%, enquanto para os herbicidas isolados, as plantas apresentaram plena recuperação em doses de deriva até 16%.

### 3.5 Referências Bibliográficas

AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. T.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F. Boletim IAC 200. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas 7ª edição. Campinas, SP, p.365-367, 2014.

CEDERGREEN, N.; STREIBIG, J. C.; KUDSK, P.; MATHIASSEN, S. K.; DUKE, S. O. The occurrence of hormesis in plants and algae. **Dose-Response**, v. 5, p. 150-162, 2007.

COSTA, N. V.; MARTINS, D.; RODELLA, R. A.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; CARDOSO, L. A. Efeito do trinexapac-ethyl na anatomia foliar de quatro espécies de grama. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 551-560, 2010.

DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal, FUNEP, 1992. 431 p.

FAGLIARI, J. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. Impact of sublethal doses of 2,4-D, simulating drift, on tomato yield. **Journal of Environmental Science and Health Part B.**, v. 40, n. 1, p. 201-206, 2005.

FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Mecanismos de ação dos herbicidas. IN: Congresso Brasileiro de Algodão, V., 2005, Salvador. **Anais...** Salvador, 2005.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 362p.

PEREIRA, A. V.; SILVA, J. B.; PEREIRA, E. B. C. **Controle de plantas daninhas na cultura da seringueira**. Doc. - Embrapa Cerrado: Plantaltina, n.3, p. 1-73, 1999.

PEREIRA, M. R. R.; RODRIGUES, A. C. P.; COSTA, N. V.; MARTINS, D.; KLAR, A. E.; SILVA, M. R. Efeito da deriva de glyphosate sobre algumas características fisiológicas em plantas de eucalipto. **Interciência**, v. 35, n. 4, p. 279-283, 2010.

PEREIRA, M. R. R.; RODRIGUES, A. C. P.; CAMPOS, C. F.; MELHORANÇA FILHO, A. L.; MARTINS, D. Absorção de subdoses glyphosate aplicadas em diferentes locais de plantas de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 35 n. 3, supl.1, 2011.

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. S.; LARA, S. S.; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. C.; PIGNATI, M. G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, p. 3281-3293, 2017.

RABBANI, N.; BAJWA, R.; JAVAID, A. Interference of five problematic weed species with rice growth and yield. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, p. 1854-1862, 2011.

SCALOPPI JUNIOR, E. J. FREITAS, R. S, GONÇALVES, P. S. **O Agrônomo**. Boletim Técnico-Informativo do Instituto Agrônomo. v. 69 p. 56 – 2017.

TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; FRANCHINI, L. H. M.; BRAZ, G. B. P.; RIOS, F. A.; GHENO, E. A.; GEMELLI, A. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.1, p.1-13, 2013.

VELINI, E. D.; ALVES, E.; GODOY, M. C.; MESCHEDÉ, D. K.; SOUZA, R. T.; DUKE, S. O. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest Management Science**, v. 64, p. 489–496, 2008.

VIDAL, R. A. **Herbicidas: mecanismo de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: Palotti, 1997. 165 p.

WAGNER, R.; KOGAN, M.; PARADA, A. M. Phytotoxic activity of root absorbed glyphosate in corn seedlings (*Zea mays* L.). **Weed Biology and Management**, v. 3, p. 228–232, 2003.

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. **International Plant Nutrition Institute**, Encarte Técnico, Informações Agronômicas, n. 119, 2007.

YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C. Resposta de cultivares de algodoeiro a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 627-633, 2005.

YAMASHITA, O. M.; ORSI, J. V. N.; RESENDE, D. D.; MENDONÇA, F. S.; CAMPOS, O. R.; MASSAROTO, J. A. CARVALHO, M. A. C.; KOGA, P. S.; PERES, W. M.; ALBERGUINI, A. L. Deriva simulada de herbicidas em mudas de *Coffea canephora*. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 2, p.148-156, 2013.