

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

**EFEITOS DA DERIVA SIMULADA DE GLYFOSATE E
SULFOMETURON-METHYL NO DESENVOLVIMENTO
INICIAL DE *Cytarexylum myrianthum* Cham.**

Marina Alves Gavassi

**Orientador: Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves
Co-orientador: Prof. Dr. Leonardo Bianco de Carvalho**

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

**JABOTICABAL – SP – BRASIL
2º SEMESTRE/2012**

Gavassi, Marina Alves
G279e Efeitos da deriva simulada de glyphosate e sulfometuron-methyl
no desenvolvimento inicial de *Cytarexylum myrianthum* Cham. /
Marina Alves Gavassi. -- Jaboticabal, 2012
viii, 61 f. : il.; 28 cm

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal para graduação em
Agronomia, 2011

Orientador: Pedro Luís da Costa Aguiar Alves

Banca examinadora: Sérgio Valiengo Valeri, Priscila Lupino

Gratão

Bibliografia

1. Reflorestamento 2. Maturadores 3. Deriva I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 582.929.3

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

AOS MEUS PAIS,

RENATO BENEDITO GAVASSI

LUCIENE ALVES FERREIRA GAVASSI

Pelo amor, carinho, dedicação, apoio e, principalmente, paciência com o meu gênio difícil. São tudo para mim.

AO FLOCKY,

Pelos 16 anos de convivência, por ser minha fonte diária de alegria e por me amar incondicionalmente.

À TODA MINHA FAMÍLIA,

Que mesmo longe, está sempre perto do meu coração.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo de maravilhoso que sempre me proporciona, por estar ao meu lado em cada dificuldade, por iluminar meu caminho e minha vida.

Ao Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves não apenas pela orientação, mas pela atenção, apoio, gentileza e compreensão sempre que precisei.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Leonardo Bianco de Carvalho, pela ajuda no desenvolvimento deste trabalho, pelo incentivo, além de toda atenção, apoio e amizade.

A FAPESP pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Claudinei da Cruz, por todo o conhecimento a mim transferido, pelos conselhos e amizade.

Aos amigos e companheiros do Laboratório de Plantas Daninhas (LAPDA) por terem me acolhido, ajudado e ensinado a realizar este trabalho, pelas risadas e a certeza de que trabalhar em grupo pode ser incrivelmente divertido, além de produtivo. Em especial à Cárita, Willians, Anne, Juliano, Rodrigo, Fernanda, Micheli, Mariana, Matheus, Martins e Mariluce.

Ao Msc. Marcelo Claro de Souza pela ajuda na finalização deste trabalho, por todos os conselhos e incentivo, e pela amizade já construída.

Às minhas melhores amigas que tornaram esses anos graduação simplesmente incríveis. Por sorrirem e chorarem comigo, por todas as provas e festas, pela confiança e carinho. Aline (Space Fox), Thaís (Maminha), Tamara (Adivinha), Pedrita, Cárita, Gabriela (Larika), Dalila (Da-lá), Bruna (Chester). Vocês estarão sempre comigo, seja fisicamente perto ou não.

À 8ª Turma de Ciências Biológicas - famosa BIO 09 -, que me permitiu conhecer tantas pessoas maravilhosas, cada uma com seu jeito especial, suas bizarrices e que ao longo desses quatro anos me ensinaram o que eu realmente quero ser e onde eu quero estar.

À minha prima Natália, cuja saudade tornou-se minha fonte de inspiração.

“Que a felicidade não dependa do tempo, nem da paisagem, nem da sorte, nem do dinheiro. Que ela possa vir com toda a simplicidade, de dentro pra fora, de cada um para todos.”

— Carlos Drummond de Andrade

RESUMO

Este trabalho apresenta a resposta à deriva simulada de dois maturadores químicos utilizados no manejo da cultura da cana-de-açúcar – glyphosate e sulfometuron-methyl - em mudas de *Cytarexylum myrianthum*, espécie arbórea pioneira utilizada para a restauração de áreas de preservação permanente e reserva legal no Estado de São Paulo. O experimento foi realizado sob condições semi-controladas utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado com os tratamentos em seis repetições. Os tratamentos experimentais constituíram-se de cinco doses de dois maturadores químicos (glyphosate a 9,6; 28,8; 57,6; 86,4 e 115,2 g e.a. ha⁻¹ e sulfometuron-methyl a 0,75; 2,25; 4,50; 6,75 e 9,00 g e.a. ha⁻¹), correspondendo a 5, 15, 30, 45 e 60% da dose recomendada - e uma testemunha sem aplicação, totalizando 11 tratamentos e 66 unidades experimentais. Aos 7, 15, 30 e 60 dias após a aplicação (DAA) foram feitas as avaliações das seguintes características das plantas: número de folhas, comprimento do caule, diâmetro do caule, teor relativo de clorofila total, fluorescência da clorofila a, área foliar e da massa de matéria seca da parte aérea. foram realizadas as mesmas determinações, sendo essas duas últimas realizadas apenas aos 60 DAA. Em todas as ocasiões, foram acompanhadas, descritas e registradas fotograficamente as alterações morfofisiológicas nas plantas resultantes dos tratamentos experimentais. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Concluiu-se que existe tolerância diferencial das plantas de *C. myrianthum* aos maturadores glyphosate e sulfometuron-methyl. As plantas jovens de *C. myrianthum* que venham a sofrer deriva de glyphosate até 86,4 g.e.a. ha⁻¹ provavelmente irão se recuperar, o mesmo não ocorrerá com aquelas que sofrerem deriva de sulfometuron-methyl nas doses acima de 2,25 g.i.a. ha⁻¹, cujo desenvolvimento será seriamente prejudicado.

SUMMARY

Citharexylum myrianthum, important pioneer tree species used for restoration of degraded gallery forest surrounding sugar cane plantations in São Paulo State was studied in response to simulated drift of chemical maturators used for crop management. The experiments were carried out under semi-controlled conditions in order to evaluate some effects of drifting glyphosate (used as a plant maturator) or sulfometuron-methyl. Treatments consist of application of five doses of both chemicals (glyphosate at 9.6, 28.8, 57.6, 86.4 and 115.2 g ai ha⁻¹ and sulfometuron-methyl at 0.75, 2.25, 4.50, 6.75 and 9.00 g ai ha⁻¹), also maintaining no-treated plants as a treatment check. A completely randomized design will be set up with six replicates in each experiment. The determinations of leaf number, stem length, stem diameter, relative total chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and aboveground dry mass was characterized at 7, 15, 30 and 60 days after application. At these same times, digital images will be recorded to monitor possible visual and morphological changes in plants resulted of chemical application. Data will be submitted to F test and Tukey test at 5% of probability. Considering the results obtained in this study it can be concluded that there is differential tolerance of *C. myrianthum* plants to maturators glyphosate and sulfometuron-methyl, a fact that was consistent with the results observed in most physiological parameters. Thus, young plants *C. myrianthum* who suffer glyphosate drift up 86.4 g ai ha⁻¹ will probably recover, the same will not occur with those who suffer from drift sulfometuron-methyl at doses above 2.25 g ai ha⁻¹, whose development will be seriously affected.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVO.....	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1. A importância do reflorestamento.....	13
3.1.1. <i>Citharexylum myrianthum</i> (Verbenaceae).....	15
3.2. Uso de maturadores na cultura da cana-de-açúcar.....	17
3.3. Deriva de produtos fitossanitários em espécies não-alvo.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1. Instalação do experimento.....	22
4.2. Tratamentos e delineamento experimental.....	23
4.3. Aplicação dos maturadores.....	23
4.4. Avaliações e análise dos resultados.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5.1. Intoxicação visual.....	25
5.1.1.1. Intoxicação visual das plantas por glyphosate.....	25
5.1.1.2. Intoxicação visual das plantas por sulfometuron-methl.....	31
5.2. Efeito sobre o crescimento inicial.....	37
5.3. Fluorescência da clorofila a (Fv/Fm).....	44
5.4. Teor relativo de clorofila total.....	47
6. CONCLUSÕES.....	50
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

1. INTRODUÇÃO

A expansão das fronteiras agrícolas sem planejamento ambiental prévio, verificadas nas últimas décadas no Brasil, foi a principal causadora da fragmentação das florestas em geral (RODRIGUES e GANDOLFI, 2000). Tem-se constatado então, que a drástica redução especialmente das matas ciliares resultou em profundas transformações físicas, químicas e biológicas desse ecossistema, comprometendo importantes funções e benefícios como: estabilização das margens, filtragem superficial e subsuperficial da água, amenização da erosão e arraste de sedimentos para os cursos d'água, habitat para a fauna silvestre terrícola e aquícola, manutenção da temperatura local das águas bem como sua qualidade e quantidade (FONSECA, 1999; LIMA; ZAKIA, 2000; LOBO; JOLY, 2000).

As espécies arbóreas nativas têm sido objeto de grande interesse, sendo estas de suma importância na recuperação de áreas degradadas. Ainda hoje é válido afirmar que pouco se conhece a respeito da biologia da maioria das espécies de ecossistemas florestais, o que determina a necessidade de estudos comparativos de morfologia, fenologia, estratégias reprodutivas, entre outros (BARBOSA et al, 2003).

Citharexylum myrianthum Cham. também conhecido com pau-viola e tarumã-branco é a quinta espécie mais plantada em projetos de recuperação florestal no Estado de São Paulo, tendo como destino a alimentação animal, pois a forragem desta espécie apresenta 11 a 12,5% de proteína bruta e 4,5 a 7,8% de tanino (LEME et al., 1994); suas flores são melíferas, produzindo pólen e néctar (KUHLMANN; KUHN, 1947) e segundo Juck et al., (1996), e suas folhas apresentam propriedades antivirais e antifúngicas.

É importante considerar que grande parte das áreas passivas de reflorestamento são áreas de preservação permanente situadas dentro ou próximas de propriedades nas quais predominam culturas agrícolas, sendo a cana-de-açúcar a principal cultura emergente na região do interior paulista.

Na cultura da cana-de-açúcar determinadas condições climáticas podem estimular o crescimento vegetativo da planta em detrimento do acúmulo de sacarose, implicando a geração de matéria-prima de qualidade inferior ou mesmo sua escassez para o funcionamento da indústria sucroalcooleira (VIANA, 2008).

Para atuar na manutenção dessa cultura são usados maturadores químicos, que segundo Leite (2005) são produtos aplicados com a finalidade de antecipar o processo de maturação, promover melhorias na qualidade da matéria prima a ser processada, para aperfeiçoar os resultados agro-industriais e econômicos e auxiliar no planejamento da safra da cana-de-açúcar. Dentre os agentes químicos usados como maturadores destacam-se o glyphosate, sulfometuron metil, o ethephon, o etyl-trixenepac (LEITE et al., 2008).

Porém, a aplicação de produtos fitossanitários, principalmente a aérea, quando feita na presença de ventos com velocidade acima de 5 km h⁻¹, pode provocar o

carregamento de partículas menores do produto por longas distâncias (deriva), provocando danos, em alguns casos, às culturas ou plantas que não eram seus alvos (MATUO, 1990). Possivelmente parte dos maturadores e herbicidas aplicados na cultura da cana-de-açúcar possam atingir plantas não-alvo em áreas vizinhas, por meio de deriva, em situações nas quais os produtos não foram aplicados adequadamente vindo a causar prejuízos ao seu desenvolvimento.

2. OBJETIVO

Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da deriva simulada de glyphosate e sulfometuron-methyl sobre as características de crescimento inicial e sintomas visuais de intoxicação em *Citharexylum myrianthum*

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3. 1. A importância do reflorestamento

No Brasil o processo de fragmentação florestal de origem antrópica teve início a partir de 1500, com a conquista deste continente pelos europeus. Inicialmente, em decorrência da extração de madeiras como o pau-brasil para o comércio ou, simplesmente, a derrubada da floresta para fins energéticos e implantação de infraestrutura urbana. Depois disso, os principais fatores da fragmentação foram os ciclos econômicos, mineração, construção de barragens de rios e a conquista de terras para a agricultura (FISZON et al., 2003).

Segundo Rodrigues e Gandolfi (2000), a expansão das fronteiras agrícolas sem planejamento ambiental prévio, verificadas nas últimas décadas no Brasil, foi a principal causadora da fragmentação das florestas em geral. Tem-se constatado então, que a drástica redução das florestas ciliares resultou em profundas transformações físicas, químicas e biológicas desse ecossistema, comprometendo importantes funções e benefícios como: estabilização das margens, filtragem superficial e subsuperficial da água, amenização da erosão e arraste de sedimentos para os cursos d'água, habitat para a fauna silvestre terrícola e quícola manutenção da temperatura local das águas bem

como sua qualidade e quantidade (GUERRA; CUNHA, 1996; NAIMAN; DÉCAMPS, 1997; FONSECA, 1999; LIMA; ZAKIA, 2000; LOBO; JOLY, 2000).

Assim, os ecossistemas florestais alterados pela ação antrópica passaram a apresentar baixa diversidade de espécies e desequilíbrio na proporção dos três grupos ecológicos sucessionais dos indivíduos arbóreos, a saber: pioneiras, secundárias e climáticas (SCARIOT et al., 2003).

Nos últimos quarenta anos, os recursos florestais envolvendo espécies arbóreas nativas vêm sendo amplamente explorados, gerando divisas e riquezas para o País. Entretanto, ao longo desse período, poucos foram os plantios conduzidos com essas espécies. Mesmo no período em que houve o incentivo florestal, os plantios foram direcionados para espécies exóticas principalmente as do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*. Por outro lado, as espécies nativas continuaram sendo exploradas de forma extrativista (EMBRAPA, 2012). A partir dos anos 90, foi observado um grande aumento das iniciativas de restauração de áreas degradadas, principalmente em áreas ciliares. Este aumento deve-se basicamente a dois fatores: conscientização da sociedade e exigência legal (KAGEYAMA; GANDARA, 2004).

No Estado de São Paulo existem 4.372 fragmentos florestais menores do que 10 ha contra 47 fragmentos maiores do que 400 ha, e a maioria está sob efeito de borda (KRONKA et al., 2005). Segundo Barbosa (2000), estima-se que o Estado possui cerca de 600.000 ha de áreas de preservação permanentes degradadas e situadas ao longo dos cursos d'água, que precisam ser reflorestadas e se forem consideradas outras áreas de preservação permanente ou a própria instituição da Reserva Florestal Legal, estes números seriam ainda mais expressivos.

O Programa Nacional de Florestas (PNF), decreto n° 3.420, foi criado em 20 de abril de 2000 como uma iniciativa do governo federal com o objetivo de estimular o reflorestamento no Brasil. Entre suas metas, está o incremento da área de reflorestamento de 170.000 hectares para 630.000 hectares anuais, a partir de 2004 (PASSOS et al., 2010).

Tornou-se necessário, dessa forma, reconstruir ou reorganizar os ecossistemas florestais devastados, o que implica, a partir de uma abordagem científica, em conhecer a complexidade dos fenômenos que se desenvolvem nestas formações, compreender os processos que levam a estruturação e manutenção destes ecossistemas no tempo e utilizar estas informações para a elaboração, implantação e condução de projetos de restauração dessas formações (RODRIGUES; GANDOLFI, 2000).

As espécies arbóreas nativas têm sido objeto de grande interesse, entendendo-se serem elas importantes na recuperação de áreas degradadas. Ainda hoje é válido afirmar que pouco se conhece a respeito da biologia da maioria das espécies de ecossistemas florestais, o que determina a necessidade de estudos comparativos de morfologia, fenologia, estratégias reprodutivas, entre outros (BARBOSA et al, 2003).

3.1.1. *Citharexylum myrianthum* (Verbenaceae)

A recomendação para o uso de espécies nativas principalmente em áreas de preservação permanente deve-se principalmente ao fato de que as espécies que evoluíram naquele local têm mais probabilidade de ter os seus polinizadores, dispersores de sementes e predadores naturais, sendo importantes para que as populações implantadas tenham sua reprodução e regeneração natural normais (KAGEYAMA; GANDARA, 2000). Segundo Barbosa et al. (2003) *C. floribundus* e

C.myrianthum são, respectivamente, a quarta e a quinta espécies mais plantadas em projetos de recuperação florestal no Estado de São Paulo.

A implantação de espécies pioneiras atrativas à fauna acaba por facilitar a sucessão, pois mantém grande interação com elementos da fauna, que visitam as copas como local de abrigo e alimentação, atuando como polinizadores e/ou dispersores (GALETTI; STOZT, 1996).

C. myrianthum é frequente na vegetação secundária, principalmente em capoeirões situados em várzeas úmidas e planícies que durante as chuvas de verão, se transformam em charcos temporários, onde chega a ser frequente: sete a quinze árvores por hectare (REITZ et al., 1978). É espécie característica da Floresta Ombrófila Densa - Floresta Atlântica, nas formações Aluvial, e Baixo-Montana (KLEIN, 1979/1980; GUIMARÃES et al., 1988), sendo também encontrada em matas ciliares da Floresta Estacional Semidecidual (MATTHES et al., 1988) e na Floresta Estacional Decidual Baixo-Montana (TABARELLI, 1992).

Quanto ao sistema sexual trata-se de uma planta funcionalmente dióica (ROCCA; SAZIMA, 1999) polinizada principalmente por mariposas da família Sphingidae -*Aelopus titan* e *Agrius singulata* (ROCCA; SAZIMA, 1999). Também, são considerados polinizadores, diversos insetos pequenos (KUHLMANN; KUHN, 1947), borboletas (MORELLATO, 1991) e várias espécies de beija-flores (ROCCA; SAZIMA, 1999). A dispersão de frutos e sementes geralmente zoocórica, feita por aves, principalmente tucanos e mamíferos, notadamente dispersa pelos bugios (VASCONCELOS; AGUIAR, 1982).

Citharexylum Myrianthum pode ser destinado à alimentação animal, pois a forragem desta espécie apresenta 11 a 12,5% de proteína bruta e 4,5 a 7,8% de tanino

(LEME et al., 1994). As flores do pau-viola são melíferas, produzindo pólen e néctar (KUHLMANN; KUHN, 1947). Segundo Juck et al., (1996), as folhas desta espécie apresentam propriedades antivirais e antifúngicas.

Quanto ao reflorestamento para recuperação ambiental, como já citado anteriormente, os frutos do pau-viola são muito apreciados e disseminados pela avifauna (pombas e tucanos). É também recomendado para reflorestamento das várzeas muito úmidas (REITZ et al., 1978) ou mesmo semi-brejosas e para reposição de mata ciliar em locais com inundações periódicas de rápida duração. A espécie apresenta grande plasticidade fenotípica e a capacidade de aclimatação, quando previamente submetida a inundação (MANTOVANI et al., 1996). Segundo os autores, isto sugere que a existência de um estresse prévio, provavelmente a tornou apta a sobreviver sob forte insolação.

3.2. Uso de maturadores na cultura da cana-de-açúcar

O processo de maturação da cana-de-açúcar na região Sudeste do Brasil ocorre naturalmente a partir dos meses de abril a maio. Nesse período, as condições climáticas caracterizam-se pela gradativa queda da temperatura e diminuição das precipitações. Essas condições podem estimular o crescimento vegetativo da planta em detrimento do acúmulo de sacarose, implicando a geração de matéria-prima de qualidade inferior ou mesmo sua escassez para o funcionamento da indústria sucroalcooleira (VIANA, 2008).

Leite (2005) classifica maturadores químicos como sendo produtos aplicados com a finalidade de antecipar o processo de maturação, promover melhorias na qualidade da matéria prima a ser processada, para aperfeiçoar os resultados agro-industriais e econômicos e auxiliar no planejamento da safra da cana-de-açúcar.

Vários produtos usados como maturadores são herbicidas aplicados em subdoses e atuam sobre sistemas enzimáticos ou proteínas específicas das plantas alterando sua funcionalidade (MESCHEDE, 2009).

Há vários trabalhos que indicam o glyphosate como uma alternativa técnica e econômica que permite flexibilizar o manejo de corte e manejar o comportamento das variedades de cana-de-açúcar. Segundo resultados de pesquisas, observaram-se a melhoria na qualidade da matéria-prima para a indústria, a paralisação do florescimento, a otimização do potencial de maturação das variedades e a maximização da margem de contribuição agrícola e industrial quando se usou esse herbicida como maturador (CASTRO et al., 2002; ALMEIDA et al., 2003).

O mecanismo de ação do glyphosate é atribuído à inibição da enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPS), que catalisa a condensação do ácido chiquímico e do fosfato piruvato, evitando, assim, a síntese de três aminoácidos essenciais – triptofano, fenilalanina e tirosina (ZABLOTOWICZ & REDDY, 2004).

Produtos do grupo químico sulfoniluréia caracterizam-se como potentes inibidores do crescimento vegetal, afetando tanto o crescimento quanto a divisão celular, sem interferir diretamente no sistema mitótico e na síntese de DNA. (CAPUTO, 2006). O sulfometuron-metil (sulfonuréias) inibe a síntese de aminoácidos de cadeia ramificada como valina, leucina e isoleucina, através da ação da enzima ALS (acetolactato-sintase), a qual sofre inibição em sua atividade, impedindo a síntese destes aminoácidos a partir do substrato piurvato alfa-cetobutirato. Tais produtos propiciam a maturação artificial da cultura da cana-de-açúcar, na medida em que modificam a partição dos fotoassimilados deslocando-os e acumulando-os, na forma de sacarose, nos

colmos ao invés do uso desta para o crescimento da planta, podendo promover melhoria no rendimento agroindustrial (MUTTON, 1993).

Carvalho (2011) observou que a aplicação de sub-doses de glyphosate, como as que são empregadas como maturador, estimulou o processo fotossintético do cafeeiro, mas este foi reduzido nas doses mais altas, ao menos até duas semanas depois da aplicação. Olesen e Cedergreen (2010), por outro lado, observaram redução da taxa de fotossíntese em plantas de cevada submetidas a doses maiores de 100 g e.a. ha⁻¹ de glyphosate. Zobiolo et al. (2010 a,b,c) também verificaram efeito negativo da aplicação de glyphosate sobre o processo fotossintético de plantas de soja. Tais fatos sugerem que o efeito hormético pode estar relacionado à espécie ou mesmo às condições do ambiente.

Não foram encontrados relatos sobre o efeito da deriva de sulfometuron-methyl em espécies arbóreas. Segundo Novo et al. (2011), após 42 dias de experimento, cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) expostos aos tratamentos de 0,15, 1,5 e 15 g ha⁻¹ de sulfometuron-methyl apresentaram redução no desenvolvimento das plantas, folhas encanoadas no ápice, avermelhamento nas nervuras, limbo e na base dos folíolos e algumas plantas no fim do ciclo apresentavam folhas amareladas ou secas.

3.3. Deriva de produtos fitossanitários em espécies não-alvo

O setor sucroalcooleiro vem procurando aperfeiçoar suas aplicações de produtos fitossanitários como uma forma de reduzir despesas e, com este objetivo, aplicações aéreas que vêm sendo muito usadas para herbicidas e maturadores, mas aumentam o risco de deriva desses produtos em espécies que não eram alvo (GELMINI, 1988).

Por definição, deriva é o deslocamento da calda de produtos fitossanitários para fora do alvo desejado, este fenômeno pode se apresentar pela ação do vento, escorrimentos ou mesmo volatilização do diluente e do produto (ANDEF, 2011).

Para a aplicação de herbicidas e maturadores não seletivos é necessário utilizar proteção, como barreiras físicas, evitando o contato das gotas aspergidas com a planta da cultura e pontas com indução de ar (FRANÇA et al., 2010). Também devem ser tomados cuidados com a pressão de trabalho do pulverizador, bem como com a altura da barra, velocidade de operação e do vento na hora da aplicação (FREITAS et al., 2005; COSTA et al., 2007; FERREIRA et al., 2007). Todavia, apesar de vários estudos sobre essa tecnologia de aplicação, são constatados muitos casos de intoxicação de plantas devido à deriva (RODRIGUES et al., 2003; RONCHI; SILVA, 2004).

No entanto, dependendo da ação tóxica do regulador vegetal, mesmo em baixas concentrações, poderá promover anomalias nas plantas. Grande parte das reclamações oriundas da aplicação de produtos fitossanitários em cana-de-açúcar é devido à contaminação de áreas vizinhas por produtos usados como maturadores. Depreende-se, assim, que o agrotóxico deve atingir de modo efetivo a planta daninha a ser controlada, uma vez que a ocorrência de deriva, além de reduzir a eficiência da aplicação (GELMINI, 1988), coloca em risco áreas vizinhas com plantas suscetíveis.

A detecção da ocorrência de deriva na aplicação de defensivos tem grande importância, pois enquanto as perdas ocasionadas por este fato não forem facilmente identificadas, alguns agricultores que cultivam plantas suscetíveis em áreas adjacentes à aplicação podem ter substanciais reduções na produção bem como no desenvolvimento de áreas de reflorestamento inicial, sem, no entanto, saber a verdadeira causa (SCHROEDER et al., 1983 e TIMOSSO, 1999).

Em um experimento com simulação de deriva sobre a espécie *Genipa americana* L. observou-se que após 120 dias as plantas foram sensíveis à aplicação de glyphosate, afetando de forma significativa o crescimento em altura e não o diâmetro da planta. Dosagens de glyphosate superiores a 86,4 g i.a. ha⁻¹ causaram apenas danos leves, mas com 345,6 g i.a. ha⁻¹ ocorreu morte das plantas (GUSMÃO et al, 2011).

É necessário considerar também possíveis efeitos horméticos, pois além de se tratar de maturadores, o uso de substâncias consideradas tóxicas em doses muito menores que as prescritas podem estimular o desenvolvimento vegetal (CALABRESE; BALDWIN, 2002). Diversos estudos em casa de vegetação sugerem que glyphosate no estímulo do crescimento de uma série de culturas. Velini (2006) cita esse efeito no aumento na matéria seca em milho, soja, café, pinus, eucalipto, citros e trapoeraba.

Possivelmente parte dos maturadores e herbicidas aplicados na cultura da cana-de-açúcar possam atingir plantas não-alvo em áreas vizinhas, por meio de deriva, em situações nas quais os produtos não foram aplicados adequadamente

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Instalação dos Experimentos

O experimento foi realizado na área experimental do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária (DBAA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/UNESP - Câmpus de Jaboticabal, SP, Brasil, cujas coordenadas geográficas são latitude de 21° 14' 05" S e longitude de 48° 17' 09" W, com altitude de 615,01 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1948), é do tipo Cwa, subtropical, relativamente seco no inverno, com chuvas de verão, apresentando temperatura média anual de 22,2 °C e precipitação de 1.424 mm.

Foram usadas mudas com idade de plantio apresentando em média 10 folhas e cerca de 20 centímetros de altura, provenientes do Horto Florestal da FCAV-UNESP. Como unidade experimental, foram usados vasos de plástico com capacidade para 5 L contendo como substrato mistura de terra, areia e esterco (3:1:1 v:v:v) e permaneceram na área experimental para aclimação durante o período de 15 dias.

4.2. Tratamentos e Delineamento Experimental

Os tratamentos experimentais constituíram-se de cinco doses de dois maturadores químicos (glyphosate e sulfometuron-methyl) e uma testemunha sem aplicação (Figura 1 e Tabela 1), totalizando 11 tratamentos e 66 unidades experimentais, em cada experimento. O delineamento experimental inteiramente casualizado está sendo usado em cada experimento, com seis repetições.

Tabela 1 - Tratamentos experimentais com as respectivas doses dos produtos usados.

Dose (g.e.a)	Tratamentos					
	0	1	2	3	4	5
Glyphosate	0,0	9,6	28,8	56,7	86,4	115,2
Sulfometuron	0,0	0,75	2,25	4,50	6,75	9,00

* Doses determinadas em função da quantidade máxima de produto comercial (Gliz max = 400 ml p.c. ha⁻¹; Curavial = 20 p.c. ha⁻¹) usado no campo, sendo que para simulação da deriva utilizar-se-á 5, 15, 30, 45, 60% da dose máxima. Jaboticabal, SP, 2012.

4.3. Aplicação dos Maturadores

A aplicação de subdoses dos maturadores (simulação da deriva) foi realizada utilizando pulverizador costal pressurizado à CO₂ comprimido, munido de barra contendo uma ponta de pulverização de jato plano tipo XR 110.02. A pressão de serviço usada foi de 2 kgf cm⁻², proporcionando o volume de calda de 200 L ha⁻¹. No momento da aplicação a temperatura era de 27°C, 60% de nebulosidade e a velocidade do vento era de 3 Km/h.

4.4. Avaliações e análise dos resultados

Aos 7, 15, 30 e 60 dias após a aplicação (DAA), foram realizadas as seguintes avaliações: contagem do número de folhas, medições do comprimento do caule (régua de madeira graduada em milímetros Souza-Stalo, 8287, Brasil), do diâmetro do caule (paquímetro digital graduado em milímetros Zaas Precision, 150mm, Brasil), do teor

relativo de clorofila total ($a + b$) (clorofilômetro portátil CFL 1030, Falker) e da fluorescência da clorofila a (através da relação fluorescência variável/fluorescência máxima – F_v/F_m) (fluorímetro portátil PEA- MK2 Hansatech), sendo que apenas aos 60 DAA foi mensurada a área foliar (Li-Cor Inc., LI3000A, EUA) e massa da matéria seca da parte aérea (Balança analítica - Marte, AS2000C, Brasil) após secagem do material em estufa de renovação forçada de ar a 70° C por 96 horas. A determinação do teor de clorofila e da fluorescência da clorofila foi realizada no segundo par de folhas totalmente expandidas em todas as avaliações.

Na data de início do experimento, antes da aplicação dos maturadores, foi efetuada a caracterização de cinco plantas através de todas as avaliações citadas acima para posterior comparação. Ainda neste dia (tempo zero) à aplicação foi realizada a biometria de todas as plantas para possibilitar a análise da taxa de crescimento absoluto 60-0.

Em todas as ocasiões, foram acompanhadas, descritas e registradas fotograficamente as possíveis alterações morfofisiológicas nas plantas resultantes dos tratamentos experimentais.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise fatorial $2 \times 5 + T$ (testemunha) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade pelo programa AgroEstat – Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomico – Versão 1.1.0.626. (BARBOSA; MALDONADO, 2009).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Intoxicação visual

5.1.1. Intoxicação visual das plantas por glyphosate

Sete dias após a aplicação (DAA), as plantas tratadas com glyphosate a 30% da dose recomendada (DR) apresentaram clorose foliar leve, principalmente nas duas primeiras folhas expandidas (Figura 1-A). No tratamento 45% DR, as plantas apresentaram clorose média nos primórdios foliares e nas duas primeiras folhas expandidas (Figura 1-B). Com 60% DR, apresentaram clorose similar as do tratamento com 45% DR, mas com enrugamento das folhas recém expandidas, cujos bordos foliares se voltaram para dentro, em direção à nervura central (Figura 1-C).

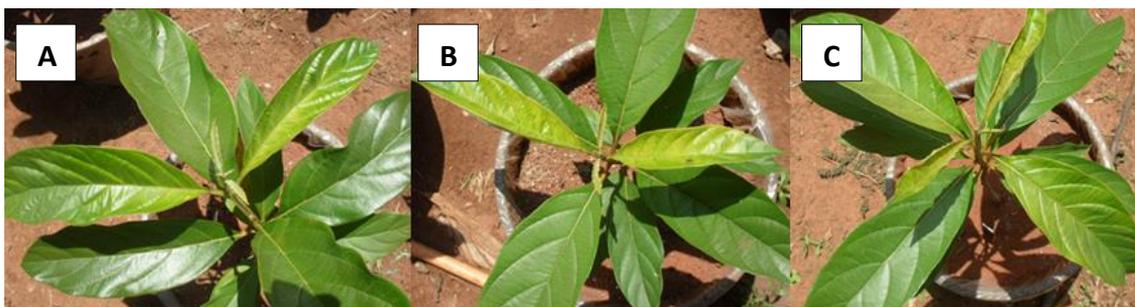


Figura 1: Efeitos visuais de intoxicação em plantas de *Cytarexylum myrianthum* por glyphosate nas doses de 30% (A), 45% (B) e 60% (C) da recomendada, aos 7 dias após a aplicação.

Aos 15 DAA, as plantas tratadas com glyphosate mantiveram-se com os mesmos efeitos apresentados aos 7 DAA (Figuras 2- A a C), destacando-se que os sintomas proporcionados pela maior dose (60% DR) se acentuaram, levando ao enrugamento das folhas mais novas. Esses efeitos podem ser melhor verificados nas Figuras 2- D a F.

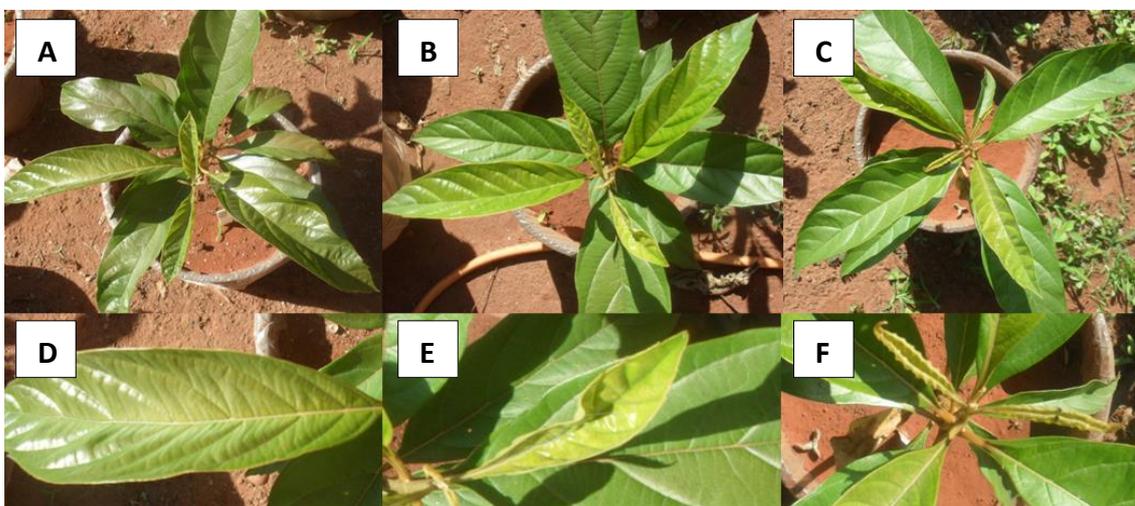


Figura 2: Efeitos visuais de intoxicação em plantas de *Cytarexylum myrianthum* por glyphosate nas doses de 30% (A), 45% (B) e 60% (C) da dose recomendada, aos 15 dias após a aplicação. Detalhes das folhas nos tratamentos com 30% (D), 45% (E) e 60% (F), apresentando cloroses leve (D) e média (E e F) e enrugamento (F).

Aos 30 DAA, as plantas dos tratamentos com 5% e 15% DR de glyphosate apresentaram clorose pouco perceptível (Figuras 3-A e B) e as plantas dos demais tratamentos apresentaram redução da clorose, permanecendo esse sintoma apenas regiões mais claras ao longo da nervura central (Figuras 3-B a E) e enrugamento das folhas primárias com 60% DR (Figura 3-E).

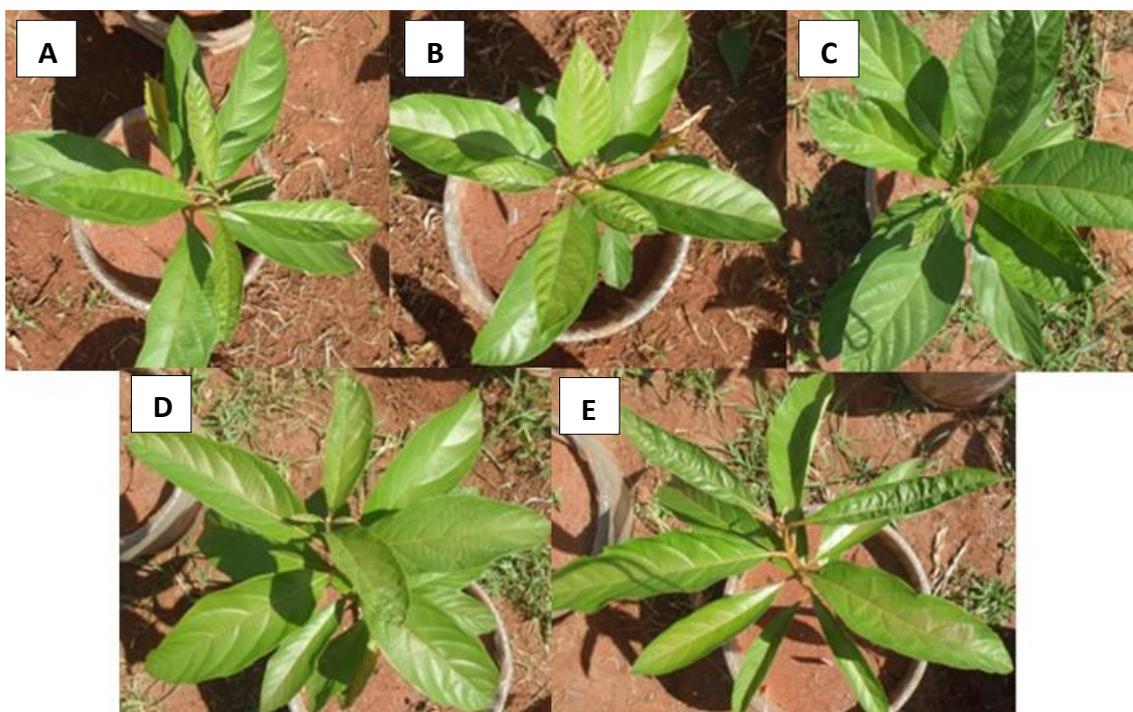


Figura 3: Efeitos visuais de intoxicação em plantas de *Cytarexylum myrianthum* por glyphosate nas doses de 5% (A), 15% (B), 30% (C), 45% (D) e 60% (E) da recomendada, aos 30 dias após a aplicação.

Aos 60 DAA, em todas as plantas dos tratamentos com glyphosate não mais se constatou clorose foliar. Contudo, foram observados outros efeitos, como um sutil aumento no número de folhas por planta com as duas maiores doses (Figuras 4- D e E), decorrente de dano leve à gema apical, e o menor crescimento das plantas tratadas com 60% DR em comparação as da testemunha (Figura 4, T4 e T5).

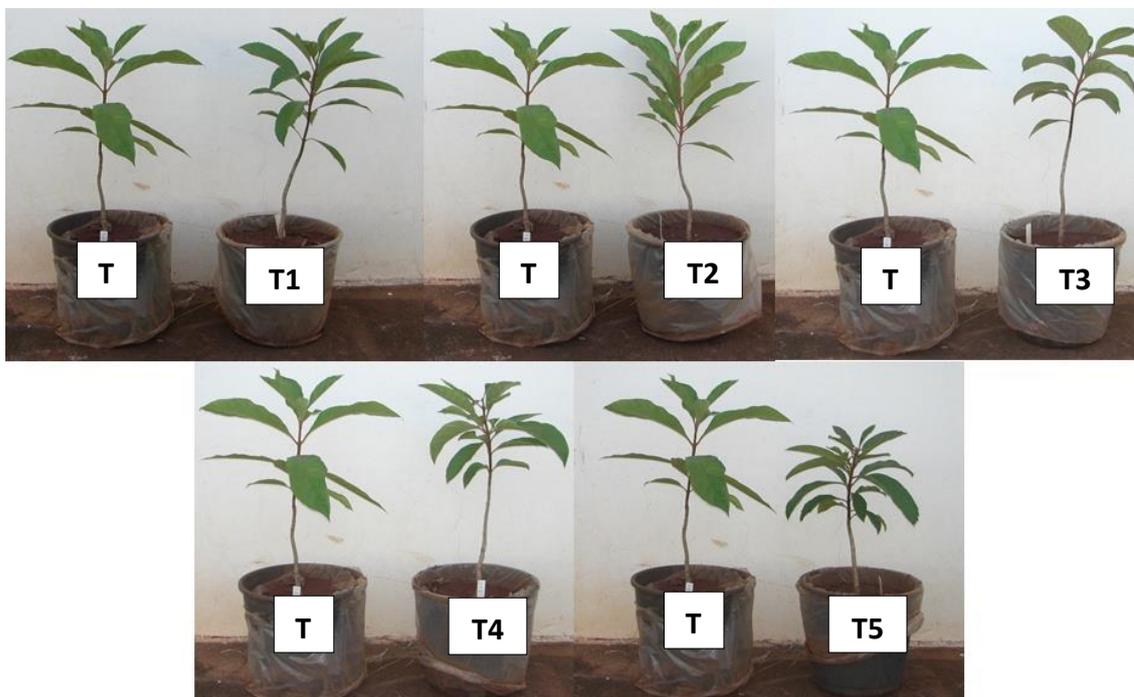


Figura 4: Efeitos visuais de intoxicação em plantas de *Cytarexylum myrianthum* por glyphosate nas doses de 5% (T1), 15% (T2), 30% (T3), 45% (T4) e 60% (T5), comparativamente a testemunha sem aplicação (T), aos 60 dias após a aplicação.

O glyphosate tende a se acumular nas regiões meristemáticas, mas por via simplasto, o produto aplicado nas folhas (fonte) é translocado para as regiões em crescimento no restante da planta (dreno), juntamente com os fotoassimilados (PETERSON et al., 1978).

Na literatura podem ser encontrados muitos efeitos secundários causados pelo glyphosate e estes variam em função de vários fatores, tais como a espécie, estágio de desenvolvimento da planta e dose do produto. Os sintomas mais comuns observados após a aplicação de glyphosate são clorose foliar seguida de necrose; enrugamento ou malformações (especialmente nas áreas de rebrotamento), necrose de meristema e

também de rizomas e estolões de plantas perenes (YAMADA E CASTRO, 2007), sintomas estes similares aos encontrados no presente trabalho.

A mudança na coloração da folha pode estar relacionada à degeneração dos cloroplastos, observada por Campbell et al. (1976) em plantas tratadas com glyphosate, ou aos efeitos deste produto sobre a inibição da formação de clorofila, descrita por Cole et al. (1983). Embora muitos herbicidas causem rápida e profunda clorose, poucos são os que têm efeito direto sobre a síntese de clorofila e, na maioria dos casos, essa clorose é devida aos danos causados aos carotenóides, com a subsequente perda da proteção da molécula de clorofila (DUKE, 1985).

Plantas de curauá-branco (*Ananas erectifolius*) sob influência de subdoses de glyphosate com concentrações inferiores a 90,0 g e.a. ha⁻¹ obtiveram sintomas mínimos de fitointoxicação visual, que podem ser facilmente confundidos com deficiências nutricionais ou condições de estresse hídrico, onde as folhas apresentam cloração mais amareladas e com algumas pontas e bordas em início de necrosamento (MACIEL et al. ,2009).

Em jenipapo (*Genipa americana*), a dose de 86,4 g i.a. ha⁻¹ resultou aos 7 DAA em 62,5% dos indivíduos com nível significativo de injúria. Após 14, 21 e 28 DAA observaram a predominância da injúria, mas após 120 DAA, 62,5% dos indivíduos recuperaram-se dos sintomas de fitotoxicação, voltando a não apresentar nenhum tipo de sintoma definido (GUSMÃO et al. ,2011)

Rondon Neto et al. (2011) observaram em seu trabalho com peroba-mica (*Aspidosperma desmanthum*), que aos 7 DAA, na dose de 86,4 g i.a. ha⁻¹ 81,2% dos indivíduos apresentavam nenhuma forma de injúria e os outros 18,8% dos indivíduos obtiveram injúrias nas folhas na forma de manchas cloróticas. Já aos 14, 21 e 28 DAA,

foi constatado que todos os indivíduos tratados com essa mesma dose apresentaram evolução dos sintomas de intoxicação, apresentando nível significativo de injúria. Porém, aos 180 DAA, todos indivíduos apresentavam-se livres de sinais de intoxicação.

Farias et al. (2012) avaliaram a intoxicação de subdoses de glyphosate nas plantas jovens de seringueira (*Hevea brasiliensis*) e constataram que aos 7 DAA a dose de 86,4 g e.a ha⁻¹ provocou 75% de injúrias leves, como o amarelecimento das folhas, mas com rápida recuperação e 16,7% dos indivíduos apresentaram injúrias moderadas, pois além do amarelecimento das folhas também apresentaram folhas murchas e clorose no limbo foliar. Aos 14 DAA, foi verificada redução no nível de intoxicação, pois 84% dos indivíduos apresentavam injúrias leves e o restante injúrias mais severas, sendo que esses níveis de intoxicação das plantas se mantiveram durante 21 e 28 DAA. Aos 180 DAA, 42,0% e 59,0% dos indivíduos apresentaram injúrias leves e nenhum tipo de injúrias, respectivamente.

Sintomas semelhantes a esses também foram verificados em outras espécies florestais submetidas à deriva simulada com glyphosate, tais como em varjão (*Parkia mutijuga*) - amarelecimento progressivo e mais intenso das folhas compostas a partir da dose de 90 g. e. a. ha⁻¹ (YAMASHITA et al. 2006) e eucalipto (TUFFI SANTOS et al., 2006; MACHADO, 2009).

Sendo assim, é possível que embora as plantas de *C. myrianthum* tenham sofrido injúrias como clorose e enrugamento após a simulação de deriva, esses sintomas venham a tornar-se imperceptíveis com o decorrer do tempo, não prejudicando o desenvolvimento da planta.

5.1.2. Intoxicação visual das plantas por sulfometuron-methyl

Aos 7 DAA, o efeito do sulfometuron-methyl na menor dose (5% DR) foi caracterizado por bronzeamento dos primórdios foliares e das duas primeiras folhas expandidas (Figura 5-A), e o mesmo efeito foi acentuado nas demais doses (Figuras 5-B-E), sendo também expressivo nas demais folhas expandidas.

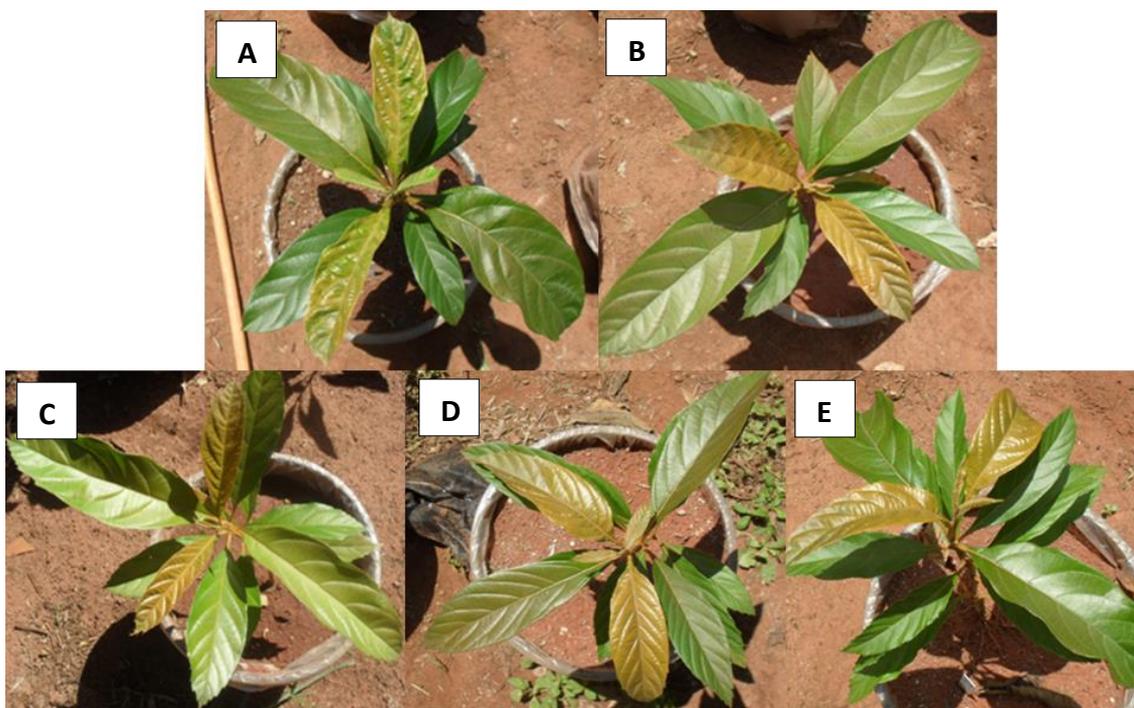


Figura 5: Efeitos visuais de intoxicação em plantas de *Cytarexylum myrianthum* por sulfometuron-methyl nas doses de 5% (A), 15% (B), 30% (C), 45% (D) e 60% (E) da dose recomendada, aos 7 dias após a aplicação.

Aos 15 DAA, o efeito do sulfometuron-methyl na dose de 5% perdeu a intensidade, com as plantas apresentando bronzeamento leve nos primórdios foliares e nas duas primeiras folhas expandidas (Figuras 6- A e B); nas demais doses manteve-se o efeito de bronzeamento acentuado (Figuras 6-C, E, G e I), sendo que algumas plantas apresentaram necrose na borda das primeiras folhas (Figuras 6- F e J).

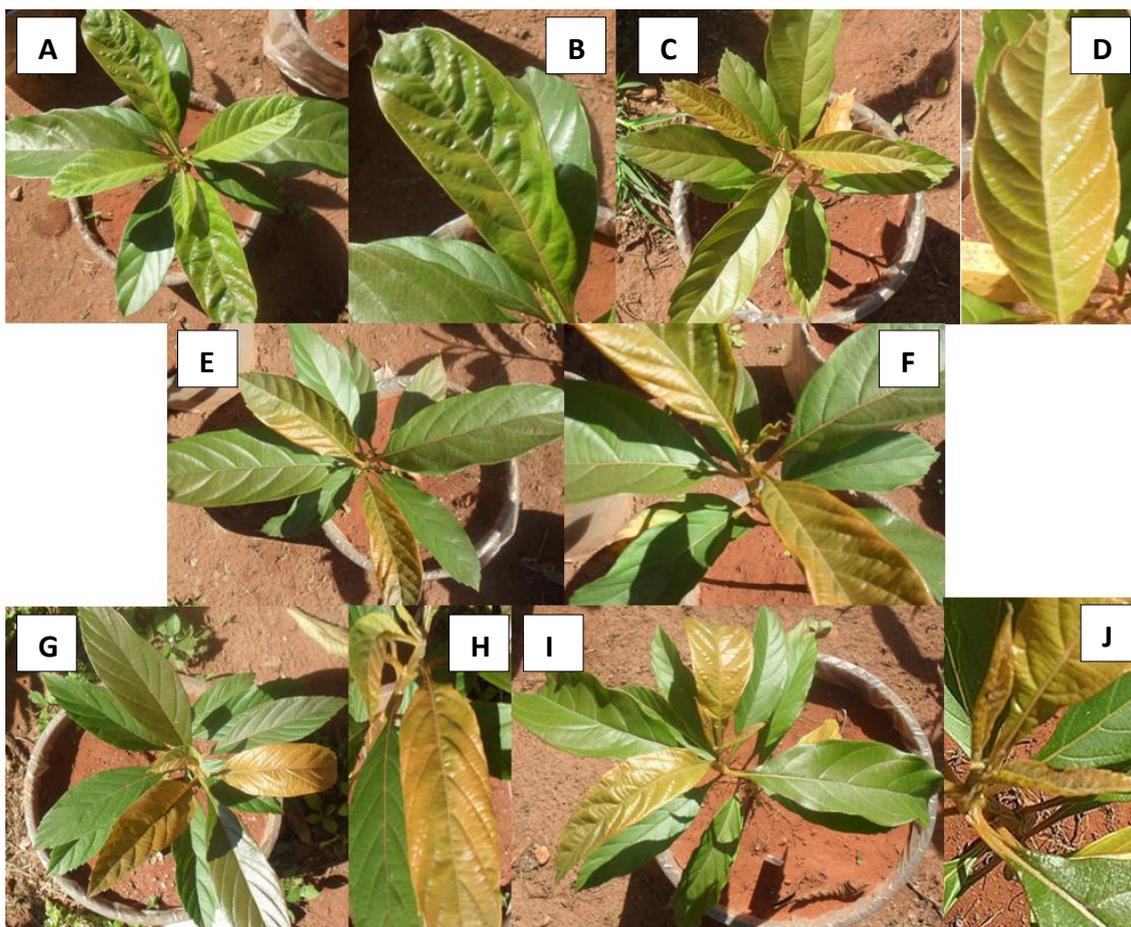


Figura 6: Efeitos visuais de intoxicação por sulfometuron-methyl em plantas de *Cytarexylum myrianthum*, com detalhes das folhas, nas doses de 5% (A,B), 15% (C,D), 30% (E,F), 45% (G,H) e 60% (I,J) da dose recomendada, aos 15 dias após a aplicação, destacando os efeitos crescentes de bronzeamento e necrose foliar.

Aos 30 DAA, nas plantas expostas ao sulfometuron-methyl ocorreu redução na intoxicação, com diminuição no efeito de bronzeamento, sendo que a partir do tratamento a 15% DR ocorreu abscisão dos dois primeiros pares de folhas totalmente expandidas em grande parte das repetições. Porém, ocorreu incremento no número de folhas axilares emitidas, devido ao dano ao meristema e à perda parcial na dominância apical (Figuras 7-A a F), sendo que nas plantas dos tratamentos a 45% e 60% DR ocorreu a perda total da

dominância apical (Figuras 7-D e E), constatando em algumas repetições do tratamento a 60% DR a necrose dos primórdios foliares (Figura 7-F).

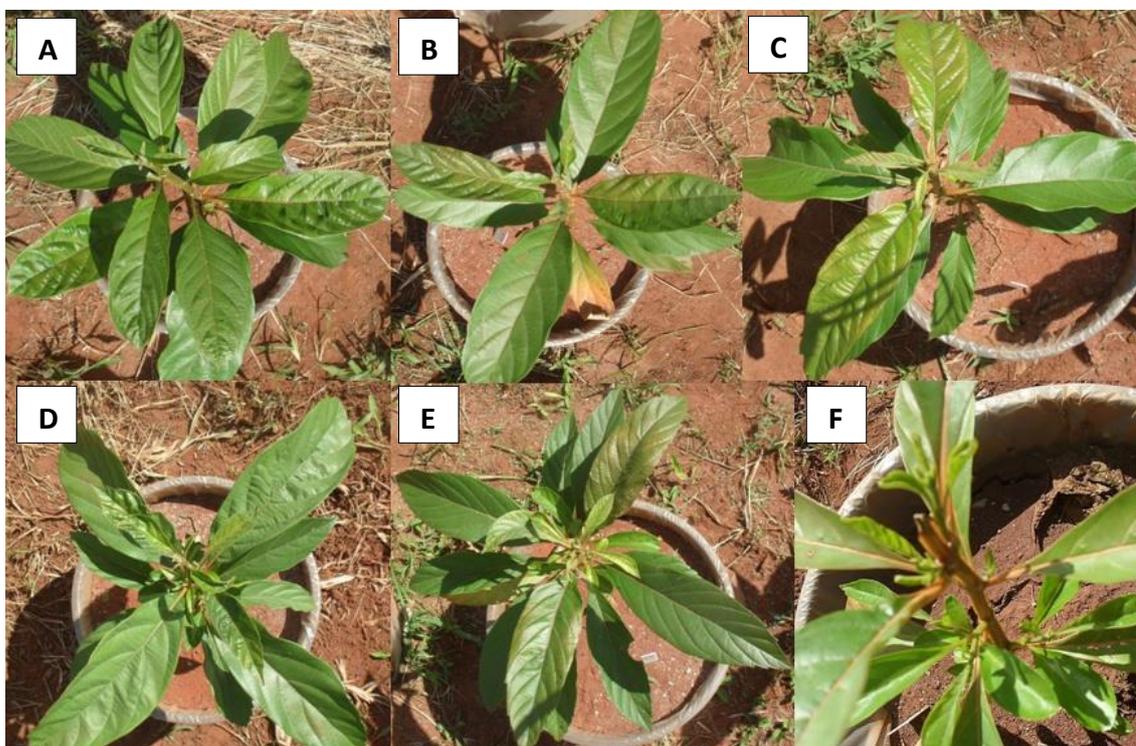


Figura 7: Efeitos visuais de intoxicação em plantas de *Cytarexylum myrianthum* por sulfometuron-methyl nas doses de 5% (A), 15% (B), 30% (C), 45% (D) e 60% (E) da dose recomendada, aos 15 dias após a aplicação, destacando a necrose da gema apical com a dose de 60% (F).

Aos 60 DAA, nas plantas dos tratamentos com sulfometuron-methyl o bronzeamento já não era tão evidente, mas o produto causou mudanças significativas na morfologia das plantas. A partir de 15% DR ocorreu perda da dominância das plantas, causando a paralisação no crescimento e aumento na brotação das gemas foliares axilares e laterais, sendo que as folhas oriundas dessas brotações apresentaram tamanho muito reduzido e coloração verde mais intensa em relação às da testemunha (Figuras 8- A a E). É possível observar mais detalhadamente na Figura 9 o exacerbado número de folhas a

partir de 15% DR (Figuras 9-B a E) e a necrose da gema apical com a maior dose (Figura 9-E).

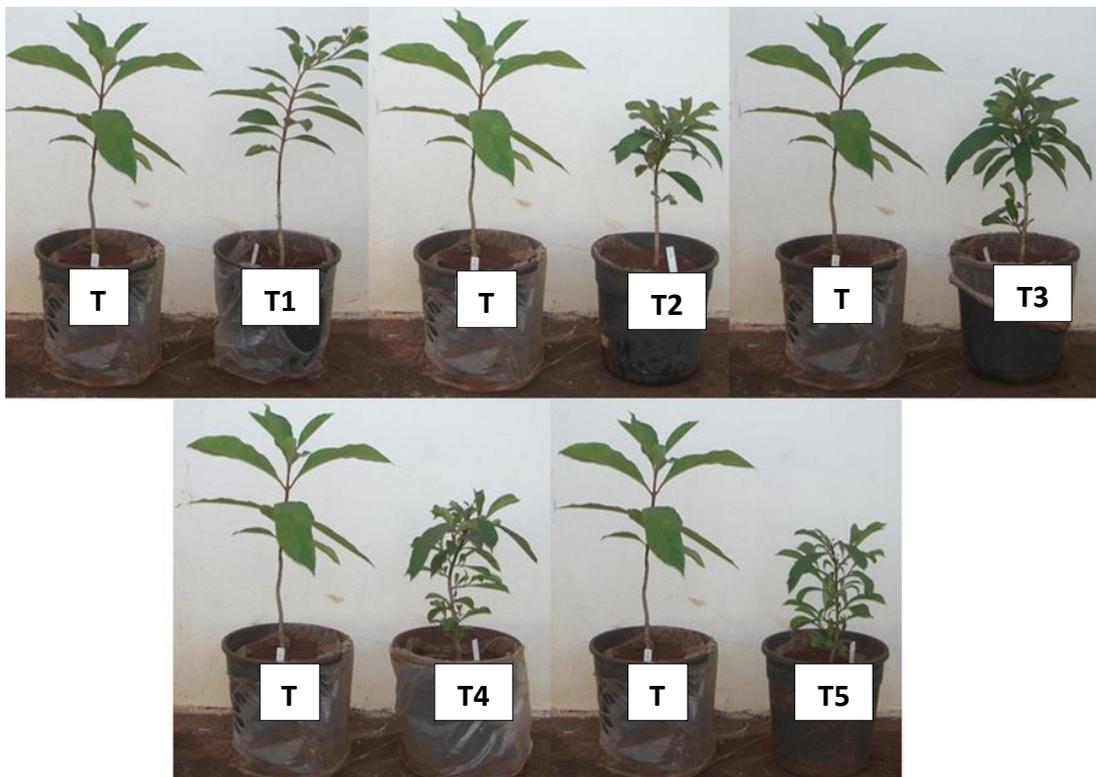


Figura 8: Efeitos visuais de intoxicação em plantas de *Cytarexylum myrianthum* por sulfometuron-methyl nas doses de 5% (T1), 15% (T2), 30% (T3), 45% (T4) e 60% (T5), comparativamente a testemunha sem aplicação (T), aos 60 dias após a aplicação.

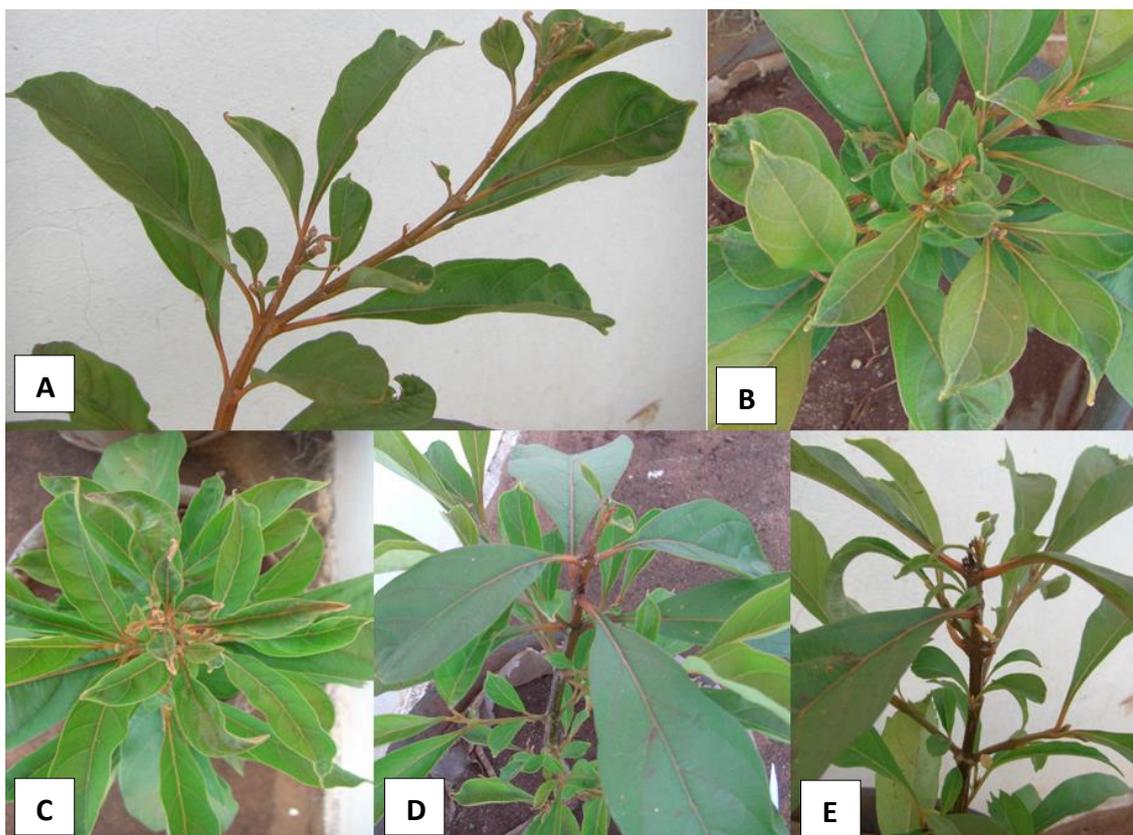


Figura 9: Detalhe dos efeitos visuais de intoxicação aos 60 dias após a aplicação de sulfometuron-methyl em plantas de *Cytarexylum myrianthum* tratadas com as doses de 5% (A), 15% (B), 30% (C) 45% (D) e 60% (E) da dose recomendada indicando os efeitos mais drásticos da ação do produto.

O sulfometuron-methyl pertence ao grupo das sulfoniluréias sem anéis piridínico ou triazínico, as quais inibem a acetolactato sintase (ALS), também chamada de acetohidroxibutirato sintase (AHAS), primeira enzima comum na rota da síntese dos aminoácidos de cadeia ramificada de leucina, isoleucina e valina (SAARI et al., 1990). Os produtos deste grupo são rapidamente absorvidos quando aplicados no solo ou na parte aérea de plantas. Em alguns casos, a velocidade de absorção e de translocação dos herbicidas é responsável por sua seletividade. A seletividade também pode ser baseada na habilidade da planta em metabolizar o herbicida em produtos não fitotóxicos, com velocidade que impeçam que níveis letais alcancem a enzima (TREZZI; VIDAL, 2001).

Quando a ALS é inibida, a divisão celular cessa, o crescimento da planta é paralisado e esta pode morrer lentamente. O tecido da folha e o ponto de crescimento morto podem cair em algumas espécies, enquanto em outras permanecem verdes, mas não se desenvolvem (HUTCHINSON et al., 2006). Os sintomas iniciais se fazem presentes de uma a três semanas após a aplicação, causando amarelecimento e bronzeamento das estruturas novas e paralisação do crescimento. Em plantas tolerantes, as moléculas do herbicida são rapidamente metabolizadas ou quebradas antes que o produto alcance o ponto de ação (HUTCHINSON et al., 2006).

Miranda Filho e Novo (2006), trabalhando com sulfometuron-methyl em dois cultivares de batata (Atlantic e Lady Rosetta), verificaram aos cinco dias após a aplicação, no tratamento com 15 g ha⁻¹, que houve redução no desenvolvimento das plantas de ambos os cultivares e, aos 20 dias, verificou-se o avermelhamento nas nervuras das folhas com 1,5 e 15g ha⁻¹ de sulfometuron-methyl, sendo que este sintoma iniciava-se a partir dos bordos das folhas novas. Ainda neste trabalho, os autores sugeriram que quanto maior a dose aplicada de sulfometuron-methyl maior seria o atraso no ciclo de desenvolvimento da planta.

Segundo Leite et al. (2010), a deriva de sulfometuron methyl nas doses de 7,5 e 15,0 g ha⁻¹ é seletiva para plantas de café e seringueira e ocasiona danos ainda mais severos às plantas de uva, com médias de 49,38% e 51,25% de injúria, respectivamente, aos 29 DAA.

Não foram encontrados dados sobre deriva de sulfometuron-methyl em espécies arbóreas, dificultando a discussão dos efeitos, mas as injúrias observadas nas plantas neste experimento foram similares àquelas causadas por sulfoniluréias descritas na literatura, tais como amarelecimento e bronzeamento das folhas, morte da região

apical, enfolhamento e parada no crescimento (HUTCHINSON et al., 2006). Sendo assim, como o produto em questão possui escassez de trabalhos sobre suas implicações fisiológicas, tornam-se extremamente necessários estudos na área.

5.2. Efeito sobre o crescimento inicial

Conforme mencionado, por ocasião da aplicação dos produtos, foi realizada a caracterização de cinco plantas e verificou-se que, em média, as plantas apresentavam 12 folhas; caule com 5,1 mm de diâmetro e 23 cm de comprimento; a matéria seca das folhas foi de 3,2 g e a matéria seca do caule de 2,35 g.

Para melhor visualização dos resultados biométricos, foi calculada a taxa de crescimento absoluto (BENINCASA, 2003). Os dados de crescimento apresentaram instabilidade ao longo dos primeiros 30 DAA, sendo mais claramente visíveis aos 60 DAA, período esse que foi usado para a análise estatística.

A análise de variância para a interação entre os efeitos dos produtos e doses foi significativa para a taxa de crescimento absoluto do número de folhas e do comprimento do caule, o que não ocorreu para o diâmetro do caule (Tabela 2). Dessa maneira, foi feito o desdobramento dos graus de liberdade apenas para os dados com interação significativa (Tabelas 3 e 4), enquanto a comparação do diâmetro do caule foi realizada em relação à média dos produtos e a média das doses (Tabela 2).

Para o diâmetro do caule, os valores da taxa de crescimento absoluto variaram de 0,052 a 0,058 mm dia⁻¹, não havendo diferença entre as doses aplicadas (Tabela 2). Contudo, em média, plantas com aplicação de glyphosate apresentaram maior taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule (0,060 mm dia⁻¹) do que plantas com aplicação de sulfometuron-methyl (0,053 mm dia⁻¹).

Tabela 2. Taxa de crescimento absoluto para número de folhas, diâmetro e a comprimento do caule de plantas de *Citharexylum myrianthum* expostas a doses de glyphosate e sulfometuron-methyl, aos 60 dias após a aplicação. Jaboticabal, SP, 2012.

Produtos (P)	Taxas de crescimento		
	Número de folhas (n° dia ⁻¹)	Diâmetro do caule (mm dia ⁻¹)	Comprimento do caule (cm dia ⁻¹)
Glyphosate	0,056 B	0,060 A	0,168 A
Sulfometuron	0,464 A	0,053 B	0,138 B
F (P)	174,87**	7,13**	6,34*
DMS	0,062	0,005	0,024
Doses (% DR) (D)			
5	0,078 C	0,058	0,197 A
15	0,246 B	0,056	0,134 BC
30	0,236 B	0,058	0,174 AB
45	0,301 B	0,057	0,153 BC
60	0,442 A	0,052	0,106 C
F (D)	14,45**	0,82 ^{NS}	6,99*
DMS	0,138	0,012	0,053
F (PxD)	8,68**	2,49 ^{NS}	5,43**
Média da Testemunha (T)			
(T)	0,014	0,064	0,161
Média do Fatorial (F)			
F (TxF)	23,27**	3,63 ^{NS}	5,43**
CV (%)	50,15	17,73	30,05

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F". ^{NS} Não significativo pelo teste "F". Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o desdobramento da interação entre produtos e doses sobre o número de folhas, o sulfometuron-methyl proporcionou maior aumento que o glyphosate em qualquer dose (Tabela 3). Além disso, para o glyphosate, esta característica variou de 0,017 a 0,103 folhas dia-1, não havendo resposta diferencial em função da dose; enquanto para o sulfometuron-methyl, 60% DR foi a que mais aumentou a taxa de crescimento absoluto do número de folhas (0,789 folhas dia-1) em comparação com a testemunha sem aplicação (0,014 folhas dia-1).

Tabela 3 - Desdobramento dos efeitos de produtos e doses sobre a taxa de crescimento absoluto do número de folhas de *Citharexylum myrianthum*. Jaboticabal, SP, 2012.

PRODUTO	Doses (% DR)				
	5	15	30	45	60
Glyphosate	0,017 Aa	0,028 Ab	0,042 Ab	0,103 Ab	0,094 Ab
Sulfometuron	0,139 Ca	0,464 Ba	0,431 Ba	0,500 Ba	0,789 Aa

As médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha indicam que não há diferença significativa entre as doses do mesmo produto. As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna indicam que não há diferença significativa entre a mesma dose de ambos os produtos.

Para o desdobramento da interação entre produtos e doses sobre o comprimento do caule, o sulfometuron-methyl proporcionou maior aumento que o glyphosate somente a 5% DR (Tabela 4). Além disso, para o glyphosate, esta característica variou de 0,144 a 0,201 cm dia-1, não havendo resposta diferencial em função da dose; enquanto para o sulfometuron-methyl 5% DR foi a que mais aumentou a taxa de crescimento absoluto do comprimento do caule (0,235 cm dia-1) em comparação com as demais doses.

Tabela 4 - Desdobramento dos efeitos de produtos e doses sobre a taxa de crescimento absoluto do comprimento do caule de *Citharexylum myrianthum*. Jaboticabal, SP, 2012.

PRODUTO	Doses (% DR)				
	5	15	30	45	60
Glyphosate	0,158 Ab	0,167 Aa	0,201 Aa	0,168 Aa	0,144 Aa
Sulfometuron	0,235 Aa	0,101 BCb	0,147 Bb	0,139 BCa	0,067 Cb

As médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha indicam que não há diferença significativa entre as doses do mesmo produto. As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna indicam que não há diferença significativa entre a mesma dose de ambos os produtos.

O glyphosate não causou prejuízos aos meristemas das plantas de *C. myrianthum*. Sendo assim, nenhuma das subdoses de glyphosate aplicadas causou alteração significativa no número de folhas, mas foi possível perceber que as folhas

referentes às duas últimas doses sofreram leve decréscimo em tamanho, como pode ser observado na Figura 4.

Resultado similar foi observado por Maciel et al. (2009), que constataram que subdoses de glyphosate com concentrações inferiores a 90,0 g e.a. ha⁻¹ não causaram diferenças significativas no número total de folhas em curauá-branco (*Ananas erectifolius*) em relação à testemunha, sendo a média na pré-colheita (100 DAA) igual à 13,9 e 15,5 respectivamente .

Como o sulfometuron provoca injúrias principalmente aos meristemas (HUTCHINSON et al., 2006) - em algumas plantas causou “queima” e queda da gema apical – a perda da dominância apical fez com que ocorresse o mecanismo de enfolhamento na planta, o que explica o número elevado de folhas a partir da dose de 2,25 g. i. a. ha⁻¹, acentuando-se na maior dose aplicada. Porém, as brotações laterais originaram folhas de tamanho muito reduzido devido possivelmente à alteração no desenvolvimento pelo comprometimento dos aminoácidos leucina, isoleucina e valina, e coloração verde intensa provavelmente em função do acúmulo de clorofila.

Gusmão et al. (2011), utilizaram subdoses crescentes de até 172 g.e.a. ha⁻¹ em plantas jovens de *Genipa americana*, e observaram que não ocorreu crescimento em diâmetro influenciado pela aplicação do produto, sendo que os tratamentos com glyphosate não diferiram significativamente da testemunha.

Yamashita et al. (2006) também observaram que para aplicação de 90, 180, 360 e 720 g i.a. ha⁻¹ de glyphosate não houve diferenças significativas no diâmetro do caule de mudas de varjão (*Parkia multijuga*). A mesma situação também foi observada por França et al. (2010), ao estudar o efeito do glyphosate sobre crescimento e teores de

nutrientes em cultivares de café arábica, onde relataram que o diâmetro do caule não foi afetado pelo herbicida.

Não foram encontrados dados referentes à alterações no diâmetro do caule devido à ação de subdoses de sulfometuron-methyl.

A aplicação de glyphosate praticamente não afetou a altura das plantas de *C. myrianthum* em relação à testemunha, sendo que apenas a dose de 56,7 g. e. a. ha⁻¹ proporcionou uma tendência de crescimento em relação as demais doses, sendo esta não significativa.

Em jenipapo (*Genipa americana*) subdoses de 86,4 g i.a. ha⁻¹ e 172,8 g i.a. ha⁻¹ de glyphosate não proporcionaram incremento em altura durante os 120 dias de experimento, não sendo observada diferença significativa em relação à testemunha (Gusmão et al., 2011). Yamashita et al. (2006) observaram que com a dose de 90 g.e.a. ha⁻¹ a redução de crescimento das plantas de varjão (*Parkia multijuga*) atingiu 5% da altura das plantas em relação às não-tratadas com o herbicida.

A dose de 0,75 g.i.a.ha⁻¹ de sulfometuron-methyl foi a única que causou incremento em altura para a planta, sendo esta resposta de difícil explicação. As demais doses causaram prejuízo em seu crescimento, sendo muito provável que o sulfometuron, ao induzir deficiência dos aminoácidos isoleucina, leucina e valina, cause queda na síntese proteica que, por sua vez, ocasiona inibição do crescimento, além de atuar sobre os meristemas e na divisão celular responsável pelo alongamento do caule.

O efeito da interação entre produtos e doses foi significativo para a área foliar e para a matéria seca das folhas, o que não ocorreu para a matéria seca do caule (Tabela 5). Dessa maneira, foi feito o desdobramento dos graus de liberdade apenas para os dados com interação significativa (Tabelas 6 e 7), enquanto a comparação da matéria

seca do caule foi realizada em relação à média dos produtos e a média das doses (Tabela 5).

Para a matéria seca do caule, os valores variaram de 5,86 a 6,55 g planta⁻¹, não havendo diferença entre as doses aplicadas (Tabela 5). Contudo, em média, plantas com aplicação de glyphosate apresentaram maior valor da matéria seca do caule (6,8 g planta⁻¹) do que plantas com aplicação de sulfometuron-methyl (5,79 g planta⁻¹).

Tabela 5. Matéria seca das folhas e do caule de *Citharexylum myrianthum* expostas a doses de glyphosate e sulfometuron-methyl, aos 60 dias após a aplicação. Jaboticabal, SP, 2012.

Produtos	Área foliar (cm ²)	Matéria seca (g planta ⁻¹)	
		Folhas	Caule
Glyphosate	595,087 B	6,130	6,80 A
Sulfometuron	629,203 A	6,210	5,79 B
F (P)	1,58 ^{NS}	0,07 ^{NS}	8,59**
DMS	54,44	0,61	0,697
Doses (% DR) (D)			
5	574,980	5,95	6,55
15	627,591	6,45	6,45
30	663,580	6,52	6,37
45	586,875	5,77	6,24
60	607,700	6,16	5,86
F (D)	1,33 ^{NS}	0,87 ^{NS}	0,47 ^{NS}
DMS	121,133	1,36	1,55
F (PXT)	2,33*	2,76*	0,26 ^{NS}
Média da Testemunha (T)			
	575,95	6,31	6,37
Média do Fatorial (F)			
	612,245	6,17	6,3
F (Cx F)	0,65 ^{NS}	0,08 ^{NS}	0,01 ^{NS}
CV	17,28	19,09	21,38

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F". ^{NS} Não significativo pelo teste "F". Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o desdobramento da interação dos efeitos entre produtos e doses sobre a área foliar, o sulfometuron-methyl proporcionou maior aumento que o glyphosate apenas

nas duas últimas doses (Tabela 6). Além disso, para o glyphosate, esta característica variou de 519,22 a 692,30 cm², sendo que 30% DR proporcionou a maior área e 45% DR a menor; enquanto para o sulfometuron-methyl, 60% DR foi a que mais aumentou a área foliar (673,65 cm²) em comparação com a testemunha sem aplicação (575,95 cm²).

Tabela 6 - Desdobramento dos efeitos de produtos e doses sobre a área foliar de *Citharexylum myrianthum*. Jaboticabal, SP, 2012.

PRODUTO	Doses (%)				
	5	15	30	45	60
Glyphosate	576,92 ABa	645,25 ABa	692,30 Aa	519,22 Bb	541,75 ABb
Sulfometuron	573,05 Aa	609,93 Aa	634,85 Aa	654,53 Aa	673,65 Aa

As médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha indicam que não há diferença significativa entre as doses do mesmo produto. As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna indicam que não há diferença significativa entre a mesma dose de ambos os produtos.

Para o desdobramento da interação entre produtos e doses sobre a matéria seca das folhas, o sulfometuron-methyl proporcionou maior aumento que o glyphosate nas doses de 45% e 60% (Tabela 7). Além disso, para o glyphosate, esta característica variou de 5,50 a 6,93 g planta⁻¹, sendo que 30% DR proporcionou a maior massa e 45% DR o menor valor, correspondendo ao que foi constatado com a área foliar; enquanto para o sulfometuron-methyl não houve resposta diferencial em função da dose, sendo que 60% DR foi a dose que mais aumentou a massa das folhas (6,68 g planta⁻¹) em comparação com as demais doses.

Tabela 7 - Desdobramento dos efeitos de produtos e doses sobre a matéria seca de folhas de *Citharexylum myrianthum*. Jaboticabal, SP, 2012.

PRODUTO	Doses (%)				
	5	15	30	45	60
Glyphosate	6,18 ABa	6,91 ABa	6,93 Aa	5,50 Ba	5,63 ABa
Sulfometuron	5,73 Aa	5,99 Aa	6,11 Aa	6,55 Aa	6,68 Aa

As médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha indicam que não há diferença significativa entre as doses do mesmo produto. As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna indicam que não há diferença significativa entre a mesma dose de ambos os produtos.

A área foliar e a matéria seca das folhas de *C. myrianthum* expostas ao sulfometuron podem ser relacionadas ao número total de folhas, sendo que o aumento da área foliar e sua matéria seca em plantas sob ação do sulfometuron ocorreu devido ao aumento no número de folhas já explicado anteriormente pela perda da dominância apical (Figuras 13 e 14). Já o glyphosate, apesar de não ter afetado o número de folhas, causou diminuição na área foliar e conseqüentemente na matéria seca nas duas últimas doses, 45 e 60 %, como pode ser observado na Figura 4.

A matéria seca do caule reflete os efeitos observados no diâmetro e altura das plantas expostas, sendo que há um ligeiro aumento em massa até a terceira dose de glyphosate e decréscimo em 60% DR. O sulfometuron-methyl causou diminuição na massa do caule em todas as doses testadas devido à deficiência dos aminoácidos e sua função no crescimento já discutida anteriormente.

5.3. Fluorescência da clorofila a (fv/fm)

Na data de início deste experimento a média da fluorescência da clorofila a (Fv/Fm) mensurada em 5 plantas foi de 0,728. A análise de variância da interação entre produtos e doses foi significativa para a fluorescência da clorofila a (Fv/Fm) aos 7 e 15 DAA dos produtos, o que não ocorreu aos 30 e 60 DAA (Tabela 8). Dessa maneira, foi feito o desdobramento dos graus de liberdade apenas para os dados com interação significativa (Tabelas 9 e 10), enquanto a comparação da Fv/Fm aos 30 e 60 dias após a aplicação foi realizada em relação à média dos produtos e a média das doses (Tabela 8).

Para a Fv/Fm aos 30 DAA, os valores variaram de 0,759 a 0,784, não havendo diferença entre as doses aplicadas (Tabela 8). Contudo, em média, plantas com aplicação

de sulfometuron-methyl apresentaram maior valor de Fv/Fm (0,783) do que plantas com aplicação de glyphosate (0,757).

Para Fv/Fm aos 60 DAA, os valores variaram de 0,778 a 0,793, não havendo diferença entre as doses aplicadas (Tabela 8). No entanto, em média, assim como aos 30 DAA, as plantas com aplicação de sulfometuron-methyl apresentaram maior valor de Fv/Fm (0,789) do que plantas com aplicação de glyphosate (0,779).

Tabela 8. Fluorescência da clorofila a de *Citharexylum myrianthum* expostas a doses de glyphosate e sulfometuron-methyl, aos 7, 15, 30 e 60 dias após a aplicação. Jaboticabal, SP, 2012.

Produtos (P)	FLUORESCÊNCIA (Fv/Fm)			
	7DAA	15DAA	30DAA	60DAA
Glyphosate	0,729 A	0,715 A	0,757 B	0,779
Sulfometuron	0,690 B	0,687 B	0,783 A	0,789
F (P)	27,05**	5,17*	6,31*	2,09NS
DMS	0,015	0,025	0,021	0,015
Doses (% DR) (D)				
5	0,727 AB	0,728	0,784	0,793
15	0,732 A	0,706	0,759	0,788
30	0,700 ABC	0,687	0,769	0,783
45	0,698 BC	0,688	0,775	0,778
60	0,690 C	0,695	0,760	0,778
F (D)	4,78**	1,50 ^{NS}	0,78 ^{NS}	0,65 ^{NS}
DMS	0,034	0,056	0,046	0,033
F (PxD)	2,81*	2,16*	0,47 ^{NS}	0,35 ^{NS}
Média da Testemunha (T)	0,761	0,761	0,784	0,776
Média do Fatorial (F)	0,710	0,701	0,770	0,784
F (TxF)	16,49**	8,51**	0,65 ^{NS}	0,43 ^{NS}
CV (%)	4,13	6,83	5,22	3,65

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F". Não significativo pelo teste "F". Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o desdobramento da interação entre produtos e doses sobre a Fv/Fm aos 7 DAA, o glyphosate proporcionou maior aumento que o sulfometuron-methyl em qualquer dose (Tabela 9). Além disso, para o glyphosate, esta característica variou de 0,696 a 0,769, sendo que a dose de 15% da recomendada proporcionou a maior Fv/Fm e 30% DR a menor; enquanto para o sulfometuron-methyl a variação foi de 0,682 a 0,698, não havendo diferença entre as doses aplicadas.

Para o desdobramento da interação entre produtos e doses sobre a Fv/Fm aos 15 DAA, o glyphosate proporcionou maior aumento que o sulfometuron-methyl em qualquer dose (Tabela 10). Além disso, para o glyphosate, esta característica variou de 0,691 a 0,767, sendo que a dose de 5% proporcionou a maior fluorescência e 60% DR a menor; enquanto para o sulfometuron-methyl a variação foi de 0,677 a 0,690, não havendo diferença entre as doses aplicadas.

Tabela 9 - Desdobramento dos efeitos de produtos e doses sobre a fluorescência de *Citharexylum myrianthum* aos 7DAA. Jaboticabal, SP, 2012.

7DAA	Doses (%)				
	5	15	30	45	60
PRODUTO					
Glyphosate	0,755 ABa	0,769 Aa	0,712 BCa	0,713 BCa	0,696 Ca
Sulfometuron	0,698 Ab	0,696 Ab	0,687 Aa	0,682 Aa	0,685 Aa

As médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha indicam que não há diferença significativa entre as doses do mesmo produto. As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna indicam que não há diferença significativa entre a mesma dose de ambos os produtos.

Tabela 10 - Desdobramento dos efeitos de produtos e doses sobre a fluorescência de *Citharexylum myrianthum* aos 15DAA. Jaboticabal, SP, 2012.

15DAA	Doses (%)				
	5	15	30	45	60
PRODUTO					
Glyphosate	0,767 Aa	0,741 ABa	0,700 ABa	0,713 ABa	0,691 Ba
Sulfometuron	0,690 Ab	0,672 Ab	0,675 Aa	0,685 Aa	0,677 Aa

As médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha indicam que não há diferença significativa entre as doses do mesmo produto. As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna indicam que não há diferença significativa entre a mesma dose de ambos os produtos.

O valor da razão fluorescência variável/fluorescência máxima (F_v/F_m) é proporcional ao rendimento quântico da fase fotoquímica da fotossíntese e o declínio da relação F_v/F_m é um bom indicador do dano fotoinibitório quando plantas estão sujeitas a estresses (BUTLER; KITAJIMA, 1975).

Foi possível observar que aos 7 DAA, as doses de glyphosate acima de 30% da recomendada causaram redução na relação F_v/F_m , cujos efeitos se estenderam até 15DAA (Figuras 17 e 18), quando, inclusive, a dose de 15% também foi prejudicial à planta. Aos 60 DAA, a F_v/F_m se normalizou, demonstrando uma recuperação das plantas e da eficiência quântica do Fotossistema II

A mensuração de ambas as variáveis relacionadas à clorofila foi realizada na segunda folha expandida, porém, ocorreu à queda da mesma pela ação do produto. Sendo assim, a avaliação realizada aos 7 DAA foi realizada na planta sob efeito direto do produto e as demais avaliações foram realizadas na nova folha expandida. Foi possível observar que as folhas que se desenvolveram após a ação do produto obtiveram tamanho muito diminuto e coloração verde mais intensa, como mencionado anteriormente, possivelmente devido ser devido a uma degradação da clorofila b ou a um aumento na concentração de clorofila a.

As plantas sob influência do sulfometuron-methyl sofreram redução na relação F_v/F_m desde a dose mais baixa aos 7 e 15 DAA, vindo a se normalizar ao redor de 30 DAA e excedendo o valor da testemunha aos 60 DAA.

5.3. Teor relativo de clorofila total

A análise de variância da interação entre produtos e doses não foi significativa para o teor relativo de clorofila total em nenhuma das avaliações (Tabela 11). Dessa

maneira, foi feita apenas a comparação do teor de clorofila em relação à média dos produtos e a média das doses (Tabela 11).

A média do teor de clorofila diferiu significativamente entre os produtos aos 15, 30 e 60 DAA, sendo maior nas plantas tratadas com sulfometuron-methyl do que nas tratadas com glyphosate, não havendo diferença entre os efeitos das doses aplicadas em nenhuma das épocas avaliadas.

Tabela 11. Teor de clorofila de *Citharexylum myrianthum* expostas a doses de glyphosate e sulfometuron-methyl, aos 7, 15, 30 e 60 dias após a aplicação. Jaboticabal, SP, 2012.

Produtos (P)	CLOROFILA (UR)			
	7DAA	15DAA	30DAA	60DAA
Glyphosate	53,55	47,89 B	49,94 B	50,05 B
Sulfometuron	53,55	50,69 A	53,25 A	55,30 A
F (P)	0,0 ^{NS}	4,14*	8,32**	24,99**
DMS	2,43	2,76	2,31	2,1
Doses (% DR) (D)				
5	55,54	47,79	49,41	52,53
15	51,98	49,14	50,24	51,47
30	52,64	48,85	52,31	53,10
45	52,88	51,88	53,06	50,97
60	54,71	48,79	52,97	55,30
F (D)	1,24 ^{NS}	0,99 ^{NS}	1,69 ^{NS}	2,08 ^{NS}
DMS	5,40	6,13	5,13	4,68
F (PxD)	0,42 ^{NS}	1,89 ^{NS}	1,83 ^{NS}	0,62 ^{NS}
Média da Testemunha (T)				
(T)	48,72	45,42	46,87	47,28
Média do Fatorial (F)				
F (TxF)	53,550	49,29	51,590	52,67
F (TxF)	5,80*	2,89 ^{NS}	6,14**	9,58**
CV (%)	8,82	10,88	8,71	7,78

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F". ^{NS} Não significativo pelo teste "F". Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pelo efeito visual, observa-se normalmente que plantas expostas ao sulfometuron apresentam folhas com um verde de tonalidade azulada, de forma mais intensa do que

as expostas ao glyphosate, o que pode ser devido ou a uma degradação da clorofila b ou a um aumento na concentração de clorofila a. Como consequência, há um aumento no teor de clorofila total detectado pelo aparelho, mas a eficiência quântica do aparato (FS II) decresce, como aos 7 e 15 DAA.

A alteração observada na fluorescência se estende ao teor de clorofila, que sofreu aumento devido à maior concentração nas folhas a partir dos 30 DAA em todas as doses e manteve-se estável até o final do experimento.

6. CONCLUSÕES

Levando em consideração os resultados obtidos neste trabalho pode-se concluir que existe tolerância diferencial das plantas de *Cytarexylum myrianthum* aos maturadores glyphosate e sulfometuron-methyl. Sendo assim, as plantas jovens de *Cytarexylum myrianthum* que venham a sofrer deriva de glyphosate até 86,4 g.e.a. ha⁻¹ (45% da dose recomendada) provavelmente irão se recuperar, o mesmo não ocorrerá com aquelas que sofrerem deriva de sulfometuron-methyl nas doses acima de 2,25 g.i.a. ha⁻¹ (15% da dose recomendada), nas quais a intoxicação pelo produto causa alterações drásticas nas características biométricas, prejudicando seriamente o seu desenvolvimento.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L. W. R.; SILVA, J. B.; SOUZA, I. F. Efeito da aplicação de subdoses dos herbicidas glyphosate e oxyfluorfen, simulando deriva sobre a cultura de milho (*zea mays* l.) **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 889-897. 2000.

ANDEF. Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. <http://www.andef.com.br/manuais/arquivos/Manual_Tecnologia.pdf>. Acesso em: 10 maio 2012.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR., W. **AgroEstat** - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos, versão 1.1.0.626, 2011. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2009.

BARBOSA, L. M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2000. p. 289-312.

BARBOSA, L. M.; BARBOSA, J. M.; BARBOSA, K. C.; POTOMATI, A.; MARTINS, S. E.; ASPERTI, L. M.; MELO, A. C. G. de; CARRASCO, P. G.; CASTANHEIRA, S. A.; PILIAKAS, J. M.; CONTIERI, W. A.; MATTIOLI, D. S.;

- GUEDES, D. C.; SANTOS JÚNIOR, N.; SILVA, P. M. S.; PLAZA, A. P. Recuperação florestal com espécies nativas no estado de São Paulo: pesquisas apontam mudanças necessárias. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 6, n. 14, p. 28-34, 2003.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: Funep, 2003. 41 p.
- BUTLER, W. L.; KITAJIMA, M. Tripartite model for chloroplast fluorescence. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON PHOTOSYNTHESIS, 3., 1974, Amsterdam. **Proceedings...** p. 13-24. Amsterdam: Elsevier, 1975.
- CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A. Applications of hormesis in toxicology, risk assessment and chemotherapeutics. **Trends in Pharmacological Sciences**, Bruxelas, v. 23, n. 7, p. 331-337, 2002.
- CAMPBELL, W. F.; EVANS, J. O.; REED, F. C. Effect of glyphosate on chloroplast ultrastructure of quack grass mesophyll cell. **Weed Science**, Lawrence, v. 24, p. 22-25, 1976.
- CAPUTO, M. M. **Indução da maturação por produtos químicos e sua consequência na qualidade tecnológica em diferentes genótipos de cana-de-açúcar**. 2006. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- CARVALHO, L. B. **Interferência de *Digitaria insularis* em *Coffea arabica* e respostas destas espécies ao glyphosate**. 2011. 119 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2011.
- COLE, D. J.; CASELEY, J. C.; DODGE, A. D. Influence of glyphosate on selected plant process. **Weed Research**, Chichester, v. 23, p. 173-183, 1983.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E.; CARBONARI, C. A.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; SILVA, F. M. L. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 203-210, 2007.

DUKE, S. O. Effects of herbicide on nonphotosynthetic biosynthetic process. In: (Ed.). **Weed physiology: herbicide physiology**. Boca Raton: CRC Press, 1985. v. 2, p. 91-112.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Citharexylum Miyrianthum**: espécies arbóreas brasileiras. Embrapa Florestas, ago./2003. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/>>. Acesso em: 12 maio 2012.

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

FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; MACHADO, A. F. L. Tecnologia de aplicação de herbicidas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Ed.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007. p. 326-367.

FERREIRA, F. B.; PINTO, J. J. O.; ROMAN, E. S.; GALON, L.; REZENDE, A. L. consequências da deriva simulada do herbicida glyphosate sobre a cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 309-312, 2006.

FIZON, J. T. et al. Causas antrópicas. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas**: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 65-99.

- FONSECA, A. C. Geoquímica dos solos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 165-194.
- 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**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 599-607, 2010.
- FREITAS, F. C. L.; TEIXEIRA, M. M.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; MACHADO, A. F. L.; VIANA, R. G. Distribuição volumétrica de pontas de pulverização turbo teejet 11002 em diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 161-167, 2005.
- GALETTI, M. E.; STOZT, D. *Miconia hypoleuca* (Melastomataceae) como espécie-chave para aves frugívoras no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 56, n. 2, p. 435-439, 1996.
- GELMINI, G. A. **Herbicidas**: indicações básicas. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 334 p.
- GUIMARÃES, E. F.; MAUTONE, L.; MATTOS FILHO, A. de. Considerações sobre a floresta pluvial baixo-montana: composição florística em área remanescente no Município de Silva Jardim, Estado do Rio de Janeiro. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, v. 23, p. 45-53, 1988.
- GUSMÃO, G. A.; RONDON NETO, R. M.; YAMASHITA, O. M. Deriva simulada de glyphosate em plantas jovens de jenipapo (*Genipa americana* L.) **Revista Brasileira de Herbicidas**, Jaboticabal, v. 10, n. 1, p. 13-19. 2011.

HUTCHINSON, P. J. S.; EBERLEIN, C. V.; KRAL, C. W.; GUTTIERI, M. J. **Matrix in weed management systems for potatoes**. Moscow: University of Idaho/ College of Agricultural and Life Sciences, 2006. 8 p.

JUCK, D. B. F.; NAKASHIMA, T.; ALQUIMI, Y. Anatomia foliar de *Citharexylum myrianthum* Cham. (Verbenaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 47., 1996, Nova Friburgo. **Resumos...** Rio de Janeiro: Sociedade Botânica do Brasil, 1996. p. 235.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2004. p. 249-270.

KLEIN, R. M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, Itajaí, v. 31/32, p. 165-389, 1979/1980.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica. México. 479p. 1948.

KRONKA, F. J. N.; NALON, M. A.; MATSUKUMA, C. K.; KANASHIRO, M. M.; YWANE, M. S. S. I.; LIMA, L. M. P. R.; GUILLAUMON, J. R.; BARRADAS, A. M. F.; PAVÃO, MANETTI, L. A.; BORGIO, S. C. Monitoramento da vegetação natural e do reflorestamento no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, p. 1569-1576. 2005.

KUHLMANN, M.; KUHN, E. **A flora do Distrito de Ibiti**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1947. 221 p.

LEITE, G. H. P. **Maturação induzida, alterações fisiológicas, produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2005. 141 f.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2005.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Reguladores vegetais no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 995-1001, 2008.

LEITE, G. J.; CORREIA, N. M.; BRAZ, B. A.; CARMO, J. A. Seletividade dos reguladores vegetais trinexapac-ethyl e sulfometuron-methyl a plantas de café, uva e seringueira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** p. 2693-2696.

LEME, M. C. J.; DURIGAN, M. E.; RAMOS, A. Avaliação do potencial forrageiro de espécies florestais. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1., 1994, Colombo. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1994. p. 147-155. (Documentos, 26).

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. (Ed.). Hidrologia de Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/ FAPESP. 2000. p. 33-44.

LOBO, P. C.; JOLY, C. A. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do Sudeste do Brasil. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/ FAPESP, 2000. p. 143-157.

MACHADO, A. F. L. **Tolerância de genótipos de eucalipto ao glyphosate**. 2009. 65 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

MACIEL, C. D. G.; VELINI, E. D.; SANTO, R. F.; VIANA, A. G. P. Crescimento do curauá branco sob efeito de subdoses de glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Jaboticabal, v. 8, n. 1, p. 11-18. 2009.

MANTOVANI, A.; BASTOS, R. N.; VIEIRA, R. C. Aclimação em indivíduos de *Cytherexylum mirianthum* crescidos em solo seco e inundado e posteriormente submetidos a forte insolação. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 47., 1996, Nova Friburgo. **Resumos...** Rio de Janeiro: Sociedade Botânica do Brasil, 1996. p. 445.

MATTHES, L. A. F.; LEITÃO FILHO, H. F.; MARTINS, F. R. Bosque dos Jequitibás (Campinas,SP): composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 5., 1987, Botucatu. **Anais** São Paulo: Sociedade Botânica de São Paulo, 1988. p. 55-76.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 136 p.

MESCHEDE, D. K. **Efeito do glyphosate e sulfometuron-metil na fisiologia da cana-de-açúcar**. 2009. 77 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2009.

MIRANDA FILHO, H. S.; NOVO, M. C. S. S. Fitotoxicidade de sulfoniluréias em duas cultivares de batata. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Jaboticabal, v. 5, n. 1, p. 10-18, 2006.

MORELLATO, L. P. C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semi-decídua no sudeste do Brasil**. 1991. 176 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

MUTTON, M. A. Modo de ação do sal de isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina (glifosate) e efeito maturador na cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO ROUNDUP EFEITO MATURADOR, 1., 1993, Guarujá. **Anais...** p. 9-17.

NOVO, M. C. S. S.; MIRANDA FILHO, H. S.; FACTOR, T. L.; BLAT, S. F. **Efeito de sulfoniluréias no desenvolvimento da parte aérea e na tuberização da batata.**

Campinas: IAC, 2011. 46 p. (Série Pesquisa Apta; Boletim Científico, 16).

OLESEN, C. F.; CEDERGREEN, N. Glyphosate uncouples gas exchange and chlorophyll fluorescence. **Pest Management Science**, Chichester, v. 66, n. 5, p. 536-542, 2010.

PASSOS, M. G.; PRADO, G. P; SANTOS, K. B. Mudanças climáticas: uma reflexão do contexto atual. **Unoesc & Ciências – ACET**, Joaçaba, v. 1, n. 2, p. 175-180, 2010.

PETERSON, C. A.; De WILDT, P. P. O.; EDGINGTON, C. V. A rationale for the ambimobile translocation of the nematicide oxyamyl in plants. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, Maryland Heights, v. 8, p. 1-9, 1978.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto madeira de Santa Catarina. **Sellowia**, Itajaí, n. 28/30, p. 3-320, 1978.

ROCCA, M. A. A.; SAZIMA, M. Biologia floral e visitantes de *Citharexylum myrianthum* Cham. (Verbenaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 50., 1999, Blumenau. **Programa e resumos...** Blumenau: Sociedade Botânica do Brasil / Universidade Regional de Blumenau, 1999. p. 207.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, Tendências e Ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. **Matas Ciliares: Conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. cap.15, p235-248.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP, 2000. p. 249-269.

RONDON NETO, R. M.; YAMASHITA, O. M. GUSMÃO, G. A.; BENETTI, E. Fitotoxicidade de peroba-mica (*Aspidosperma desmanthum*) submetidas à deriva de glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Jaboticabal, v. 10, n. 2, p. 103-109, 2011.

SAARI, L. L.; COTTERMAN, J. C.; PRIMIANI, M. M. Mechanism of sulfonylurea herbicide resistance in the broadleaf weed, *Kochia scoparia*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 93, p. 55-61, 1990.

SCARIOT, A. et al. Vegetação e flora. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 104-123.

SCHROEDER, G. L.; COLE, D. F.; DEXTER, A. G. Sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) response to simulated herbicide spray drift. **Weed Science**, Lawrence, v. 31, n. 6, p. 831-36, 1983.

TABARELLI, M. Flora arbórea da floresta estacional baixo-montana no Município de Santa Maria-RS, Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 260-268.

TIMOSSI, P. C. **Efeito de clomazone, isolado e em mistura com ametryne, sobre características produtivas de laranjeira cv.Hamlin**. 1999. 50 f. Monografia (Trabalho de graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. Herbicidas inibidores da ALS. In: VIDAL, R. A.; MEROTTO JÚNIOR, A. (Ed.). **Herbicidologia**. Porto Alegre: Edição dos Editores, 2001. cap. 4, p. 25-36.

- 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 a deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006.
- VASCONCELOS, L. E. M.; AGUIAR, O. T. A alimentação de *Alouatta fusca* Geof. (Primates, Cebidae). **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 16-A, pt. 3, p. 1727-1730, 1982.
- VELINI, E. D. Hormesis: is it an important factor in herbicide use and allelopathy?. **Outlook on Pest Management**, Burnham, v. 17, p. 29-33, 2006.
- VIANA, R. S.; SILVA, P. H.; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R.; GUIMARÃES, E. R.; BENTO, M. Efeito da aplicação de maturadores químicos na cultura da cana de açúcar (*Saccharum* spp.) variedade SP81-3250. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 65-71, 2008.
- YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. Efeitos do glifosato nas plantas: Implicações fisiológicas e agrônômicas. **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n. 119, p. 1-32, 2007.
- YAMASHITA, O. M.; VIEIRA, R. G.; SANTI, A.; RONDON NETO, R. M.; ALBERGUINI, S. E. Resposta de varjão (*Parkia multijuga*) a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 3, p. 527-531, 2006.
- ZABLOTOWICZ, R. M.; REDDY, K. N. Impact of glyphosate on the *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis with glyphosate-resistant transgenic soybean: a minireview. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 33, n. 3, p. 825-831, 2004.
- ZOBIOLE, L. H. S.; KREMER, R. J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. Glyphosate reduces shoot concentration of mineral nutrients in resistant soybeans. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 336, n. 1-2, p. 251-265, 2010a.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; KREMER, R. J.; MUNIZ, A. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Nutrient accumulation and photosynthesis in glyphosate-resistant soybeans is reduced under glyphosate use. **Journal Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 33, n. 12, p. 1860-1873, 2010b.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; KREMER, R. J.; CONSTANTIN, J.; BONATO, C. M.; MUNIZ, A. S. Water use efficiency and photosynthesis of glyphosate-resistant soybean as affected by glyphosate. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, Maryland Heights, v. 97, n. 3, p. 182-193, 2010c.

