

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

Luan Carlos da Paz

RESPOSTAS DO MOGNO AFRICANO A HERBICIDAS FOTODEPENDENTES

Rio Largo

2017

LUAN CARLOS DA PAZ

Respostas de mogno africano a herbicidas fotodependentes

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Proteção de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi

Co-Orientador: Prof. Dr. Renan Cantalice de Souza

Rio Largo

2017

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

P348r Paz, Luan Carlos da
Respostas do mogno africano a herbicidas fotodependentes / Luan Carlos da Paz. – 2017.
40 f.: il.

Orientador: Siumar Pedro Tironi
Dissertação (mestrado em Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2017.

Bibliografia: f. 33-38.

1. *Khaya senegalensis*. 2. Mogno africano. 3. Parâmetros fisiológicos.
4. Controle químico. I. Título.

CDU: 632.954

Folha de Aprovação

AUTOR: LUAN CARLOS DA PAZ

Seletividade de herbicidas em mogno africano

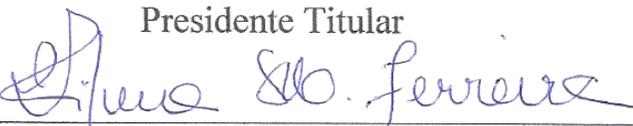
Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 03 de fevereiro de 2017.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Renan Cantalice de Souza

Presidente Titular



Prof.^a. Dr.^a. Vilma Marques Ferreira

Membro Titular



Prof. Dr. Hugo Henrique Costa do Nascimento

Membro Titular

Às mulheres de minha vida: Cicera, Lúcia, Lara e
Maria Gabriela.

Agradecimentos

Depois de muito esforço, tempo e dedicação, eis que a dissertação está finalizada e deixo aqui meus mais sinceros agradecimentos, principalmente ao *Senhor do Bonfim* e à *Nossa Senhora da Conceição*, pela força nos momentos mais difíceis dessa jornada.

Agradeço e peço desculpas pela ausência nesse período à minha família: minha mãe, irmã e minha noiva Gabriela.

Aos meus orientadores do mestrado, os professores Renan e Siumar pela hercúlea tarefa de me guiar e orientar, pela paciência e dedicação, bem como aos professores que aceitaram fazer parte da banca de avaliação.

Por fim e não menos importante aos amigos que consegui durante esse tempo e que tanto ajudaram nas atividades de campo: Ariane, Adso, Alison e Nayana; Tássio (sem ele nem teria trabalho), Caio Henrique (CH) e Saymon, que tanto auxiliaram nas medições. Ao pessoal dos laboratórios de Plantas Daninhas e de Fitopatologia.

Meu agradecimento sincero a cada um de vocês.

Depois de um tempo você aprende,
Que você pode fazer algo em apenas um instante,
Do qual poderá se arrepender pelo resto da vida.
Você aprende que as verdadeiras amizades,
Continuam a crescer mesmo a quilômetros de distância.
E que o importante não é o que você tem na vida,
Mas quem você tem na sua vida.
E que os bons amigos são a família,
Que a vida nos permite escolher.

(Comes the dawn, de Veronica Shoffstal)

RESUMO

O mogno africano é uma espécie florestal que foi introduzida no Brasil na tentativa de substituir o mogno amazônico e pela sua grande aceitação no mercado vem atraindo cada vez mais o interesse dos produtores brasileiros, porém devido a recente introdução não há muitos estudos sobre o comportamento da espécie em resposta ao uso de herbicidas por esse motivo o objetivo do trabalho foi verificar a seletividade de cinco herbicidas em mudas de mogno africano proveniente de sementes, através de avaliações visuais, morfológicas e fisiológicas. Os herbicidas utilizados foram: saflufenacil, amicarbazone, clomazone, isoxaflutole e sulfentrazone nas dosagens máximas recomendadas pelo AGROFIT. Foram realizadas avaliações visuais, fisiológicas (ETR máxima; SPAD; protocolo Yield e o F_V/F_M) e biométricas (altura, volume, número de folhas, área foliar e massa seca da parte aérea) que ocorreram até os 60 dias após aplicação (DAA). O experimento foi em Delineamento de Blocos Causalizados e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% através do programa Assistat 7.7. Os sintomas visuais começaram a ocorrer após 24 horas da aplicação, os herbicidas saflufenacil e clomazone foram os que apresentaram maior número de plantas com sintomas, porém todas com fitotoxicidade leve e não houve diferença entre os tratamentos, as avaliações fisiológicas não apresentaram diferença significativa e nenhum dos herbicidas inibiu a emissão de folhas novas ou crescimento. Todos os herbicidas testados foram considerados seletivos ao mogno africano.

Palavras-chave: *Khaya senegalensis*, parâmetros fisiológicos, controle químico

ABSTRACT

African mahogany is a forest species that was introduced in Brazil in an attempt to replace the Amazonian mahogany, and because of its great acceptance in the market, is attracting more and more the interest of the Brazilian producers, but due to the recent introduction there are not many studies on the behavior of the mahogany. In response to the use of herbicides for this reason the main objective of this research was to analyse the selectivity of five herbicides in African mahogany seedlings, through visual, morphological and physiological evaluations. The herbicides used were saflufenacil, amicarbazone, clomazone, isoxaflutole and sulfentrazone at the maximum dosages recommended by AGROFIT. Visual, physiological (maximum ETR, SPAD, Yield and FV / FM protocol) and morphological (height, volume, number of leaves, leaf area and dry weight of shoot) measurements were performed up to 60 days after application (DAA). The experiment was assembled in Causalized Block Design and the averages were tested by the Tukey test at 5% with the aid of Assistat 7.7. After 24 hours of application the visual symptoms began to occur; the herbicides saflufenacil and clomazone were the ones that presented more plants with symptoms, but all with light phytotoxicity and there was no difference between the treatments, the physiological evaluations didn't present significant difference and the herbicides didn't inhibit the growth or issuing new sheets. All herbicides were tested and considered selective to African mahogany.

Keywords: *Khaya senegalensis*, physiological parameters, chemical control

Lista de Ilustrações

Figura 1	Disposição espacial do experimento	21
Figura 2	Sementeira de produção das mudas; mudas em sacos plásticos após 02 meses; mudas de mogno em vasos de 18 litros	22
Figura 3	Amostras de papel sensível colocados na parte superior da planta e nos vasos no momento da aplicação dos herbicidas	23
Figura 4	Medições com SPAD; pinças utilizadas para Fv/Fm; fluorômetro portátil utilizado; medição da ETR máxima	24
Figura 5	Medição da área foliar	25
Figura 6	Máximo efeito causado pelos herbicidas	26
Figura 7	Gráfico radar com as variáveis fisiológicas realizadas no terço inferior	27
Figura 8	Gráfico radar com as variáveis fisiológicas realizadas no terço médio	28
Figura 9	Gráfico radar com as variáveis fisiológicas realizadas no terço superior	29
Figura 10	Gráfico radar com as variáveis biométricas e ETR das mudas analisadas durante o experimento	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Importância Econômica do mogno africano	13
2.2. Interferência das plantas daninhas em florestas plantadas	15
2.3. Uso do controle químico de plantas daninhas em florestas	16
2.4. Bases para seletividade de herbicidas em espécies cultivadas	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

Um dos fatores que interferem na produtividade de uma cultura agrícola ou florestal é a presença de pragas, sejam elas: insetos, doenças ou plantas daninhas. Nesse sentido, as plantas daninhas competem com as espécies florestais por água, luz, nutrientes, podendo ainda apresentar efeitos alelopáticos e servir de hospedeiros alternativos para insetos e doenças, além de contribuir para incidência de incêndios florestais e interferirem nas operações silviculturais (CANTARELLI et al., 2006; PEREIRA et al., 2011). A interferência das daninhas é mais severa no período de estabelecimento da cultura florestal, sobretudo no seu primeiro ano (PITELLI; MARCHI, 1998).

O Brasil possui uma das maiores produtividades e menores tempos de rotação no setor florestal, em uma área plantada de 7,8 milhões de hectares correspondendo a menos de 3% da área plantada mundial, no ano de 2015 (IBA, 2016), apesar disso responde por mais de 15% de toda madeira colhida no mundo. O eucalipto e *Pinus* seguem sendo as espécies mais plantadas no país, porém algumas outras espécies têm despertado o interesse dos produtores nacionais, entre elas o mogno africano.

O gênero *Khaya* possui aproximadamente sete espécies conhecidas no Brasil como mogno africano, entre essas a *Khaya senegalensis*. A espécie é nativa da África Ocidental e pertence à família Meliaceae, a mesma do mogno amazônico, *Swietenia macrophylla*, possuindo características semelhantes em termos de qualidade da madeira (LAMPRECHT, 1990; HUNG; TRUMAN, 2011). Os plantios com o gênero *Khaya* no Brasil vem alcançando representatividade (SILVA et al., 2016). De acordo com Pinheiro et al. (2011) tem-se colocado como uma alternativa ao mogno amazônico e apresenta vantagens, devido ao seu crescimento inicial mais rápido e resistência à broca-dos-ponteiros *Hypsipyla grandella* (Zeller 1948) (Lepidoptera: Pyralidae) uma praga que limita a produção do mogno amazônico.

O controle químico é a principal estratégia para o manejo de plantas daninhas no sistema convencional (HARKER; O'DONOVAN, 2013), através do uso dos herbicidas, os quais podem ser classificados de acordo com seu mecanismo de ação, entre eles temos: Inibidores do Fotossistema II, como amicarbazone, inibidores da Protoporfirinogênio Oxidase (PROTOX), como saflufenacil e sulfetrazone, e os inibidores da biossíntese de carotenoides, como clomazone e isoxaflutole (MALLORY-SMITH; RETZINGER JR, 2003; GROSSMANN et al., 2010).

No Brasil existem 21 herbicidas registrados para culturas florestais, porém nenhum para o mogno africano, de acordo com o Agrofit do Ministério da Agricultura. Tiburcio et al. (2012a) afirma que a extensão do uso de produtos registrados para outras culturas é importante para o manejo de plantas daninhas em culturas florestais, pois possibilita a rotação de produtos na produção.

Para utilização de produtos químicos no controle de plantas daninhas são necessários cuidado e atenção para não haver prejuízo à cultura (AGOSTINETTO et al., 2010). O conhecimento da seletividade do produto à cultura é essencial para eliminar ou limitar as injúrias causadas pelo produto à espécie de interesse, uma vez que o uso de um produto não seletivo pode ser mais danoso que a interferência promovida pelas plantas daninhas. Alguns fatores podem influenciar a seletividade, como o estágio de desenvolvimento da cultura, material genético da planta e as condições edafoclimáticas no momento da aplicação (NORSWORTH et al., 2012; BRAZ et al, 2013).

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a seletividade de cinco herbicidas em mudas de mogno africano (*Khaya senegalensis*) proveniente de sementes, através de análises morfológicas, fisiológicas e visuais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância Econômica do Mogno Africano

O setor florestal brasileiro vem ganhando destaque no mundo devido sobretudo a sua alta produtividade. A área plantada com florestas em 2015 atingiu 7,8 milhões de hectares, um aumento de 0,8% em relação ao ano anterior. No cenário global, até 2013, 61% das áreas florestais estavam concentradas na China, Índia e Estados Unidos, sendo que o Brasil representa menos de 3% da área florestal plantada, porém responde por mais de uma parcela expressiva da madeira colhida no planeta (IBA, 2014; IBA, 2016).

Apesar do custo de produção florestal ter aumentado no ano de 2015, sendo a inflação do setor 2,1 pontos percentuais mais alta que a inflação nacional, o investimento no setor florestal é considerado seguro, pois apresenta uma taxa de retorno real entre 8 e 12% ao ano variando de acordo com a espécie utilizada e a região. O PIB florestal representou 1,2% de todo o PIB nacional e teve um aumento de 3% em relação ao ano anterior, superando outros setores da economia brasileira, como o agronegócio (+1,8%), indústrias (-6,2%) e serviços (-2,7%). As empresas florestais responderam pela geração de 3,8 milhões de empregos diretos e indiretos e 0,9% de todos os impostos pagos no país (IBA, 2016).

O Brasil oferece uma série de condições ideais ao desenvolvimento florestal, como: terras produtivas com infraestrutura razoável, alta demanda interna e ciclo de colheita menor e elevada produtividade, esses dois últimos relacionados, tanto às condições edafoclimáticas como ao investimento contínuo das empresas do setor para aprimorar o manejo florestal (IBA, 2016).

O eucalipto e o *Pinus* seguem como as espécies mais plantadas no país, com cerca de 92,3% da área total, porém outras espécies vêm despertando o interesse dos produtores brasileiros, devido ao rendimento final e a destinação para exportação, entre elas o mogno africano, pertencente ao gênero *Khaya* (IBA, 2016; SILVA et al., 2016).

O gênero *Khaya* possui sete espécies conhecidas como mogno africano, dentre essas, quatro são importantes produtoras de madeira na África Ocidental entre elas a *Khaya senegalensis*. São nativas da África Ocidental e Madagascar e pertencentes à Meliaceae, a mesma família do mogno amazônico (*Swietenia macrophylla*), possuindo características semelhantes

com relação à qualidade da madeira (LAMPRECHT, 1990; HUNG; TRUEMAN, 2011; PINHEIRO et al., 2011). A distribuição natural da *K. senegalensis* vai desde o leste de Senegal até a região norte de Uganda, sendo bastante utilizada na região como ornamental de estradas (NIKIEMA; PASTERNAK, 2008).

De acordo com Pinheiro et al. (2011) a espécie está incluída na lista vermelha da IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais), pois é considerada vulnerável devido ao desaparecimento de seu hábitat, corte seletivo de sua madeira e colheita de ramos e casca.

O mogno africano é uma espécie arbórea de grande porte podendo atingir até 35 metros de altura em condições favoráveis (ARNOLD, 2004; CORDEIRO, 2012). Sua madeira é dura, avermelhada e resistente ao ataque de fungos e cupins (KY-DEMBELE *et al.*, 2010), possui densidade média de $0,78 \text{ g. cm}^{-3}$ (PINHEIRO et al, 2011). Com alto valor comercial e uso na fabricação de móveis e pisos, decoração interna e externa e na indústria da construção naval (ARNOLD, 2004).

Apesar de ser considerada tolerante ao estresse hídrico moderado (ALBUQUERQUE et al., 2013) a disponibilidade hídrica é mais importante que a fertilidade do solo para seu desenvolvimento (LAMPRECHT, 1990). Nos primeiros anos o crescimento em altura é bastante elevado, chegando a atingir 1,5 metros por ano, porém há uma diminuição no ritmo após o décimo ano (LAMPRECHT, 1990). A produção de sementes começa entre os 12 e 15 anos e ocorre durante a estação seca, o que favorece a abertura dos frutos e a dispersão das sementes aladas. O corte de desbaste ocorre aos 10 anos e o corte final aos 20 (CORDEIRO, 2012).

O mogno africano tem se apresentado como uma alternativa ao mogno amazônico e seu cultivo tem sido recomendado e difundido, sobretudo devido a algumas vantagens apresentadas, como: rápido crescimento quando comparado ao amazônico; semelhança entre as espécies; proibição da exploração e comercialização do mogno nacional e ser resistente ao ataque da broca-do-ponteiro (*Hypsipyla grandella*), praga que limita a produção do mogno nacional, pois afeta o desenvolvimento, deprecia a madeira e impossibilita os plantios comerciais puros, além de possuir comercialização e aceitação da madeira, que possui preço bastante elevado no mercado internacional (NEWTON et al., 1993; CASTRO et al., 2008; PINHEIRO et al., 2011; FRANÇA

et al., 2015). Sendo encontrado nos estados da Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Paraná (CARVALHO et al., 2010).

A viabilidade econômica da introdução do mogno africano no Brasil é atribuída às condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento, resistência a broca do ponteiro e a inexistência da praga *H. robusta*, do mesmo gênero da broca do ponteiro nativa e que afeta significativamente o gênero *Khaya* (SILVA et al., 2016). Por possuir uma rentabilidade líquida anual bastante elevada quando comparada ao eucalipto, por exemplo e tem ganhado cada vez mais adeptos ao cultivo no país. Essa rentabilidade varia conforme a região e o período do ano (IBF, 2016).

2.2. Interferência das Plantas Daninhas em Florestas Plantadas

O sucesso da implantação florestal é dependente do seu planejamento que vai determinar a maximização da produção e a minimização dos custos, sendo que vários fatores ecológicos podem afetar a produtividade do setor florestal direta ou indiretamente. Esses fatores são divididos em bióticos e abióticos, sendo que dentro dos fatores bióticos, as plantas daninhas configuram como um dos principais interferentes, pois causam prejuízos ao crescimento e desenvolvimento da cultura (TOLEDO et al., 2000; TIBURCIO et al., 2012a).

O termo plantas daninhas é definido do ponto de vista das atividades antrópicas e enquadra as plantas que crescem em local onde são indesejadas e acabam interferindo nos objetivos daquela área cultivada, além de poderem causar danos e prejuízos se não forem controladas corretamente (FOELKEL, 2008).

As plantas daninhas interferem na cultura podendo ocorrer de forma direta ou indireta. Direta através da competição, parasitismo e alelopatia e indireta servindo de hospedeiro alternativo de pragas e doenças, dificultando a colheita e os tratos silviculturais ou depreciando a qualidade do produto florestal (PITELLI; MARCHI, 1991). A competição ocorre com as culturas florestais por água, luz, nutrientes, umidade do solo e tendem a favorecer incêndios florestais (CANTARELLI et al., 2006; FOELKEL, 2008; PEREIRA et al., 2011).

A interferência das plantas daninhas nas culturas florestais é mais severa no período de estabelecimento da cultura, caso do eucalipto e *Pinus*, onde o período de interferência das plantas daninhas se dá, basicamente no primeiro ano da cultura (PITELLI; MARCHI, 1998). Porém em algumas culturas há um período maior, indo até o segundo ano da cultura (TOLEDO et al., 2006), sendo a composição e densidade das plantas daninhas os fatores mais relevantes e intimamente relacionados ao grau de interferência (GARAU et al., 2009).

O manejo de plantas daninhas é recomendado para evitar prejuízos, sendo indicado que ocorra antes da interferência na cultura. Existem diversos métodos de controlar plantas daninhas, como: controle mecânico, biológico, cultural e o químico, sendo que esse último é o mais utilizado, devido ao baixo custo, sobretudo com mão-de-obra e maior agilidade na obtenção de resultados (ZIMDAHL, 2007; GONÇALVES et al., 2010; TIBURCIO et al., 2012a).

O controle químico de plantas daninhas se faz através do uso de produtos denominados herbicidas.

2.3. Uso do Controle Químico de Plantas Daninhas em Florestas

Os herbicidas sintéticos foram introduzidos na década de 1940 e desde então são utilizados como a principal estratégia de controle de plantas daninhas, sobretudo pela sua alta eficiência, economia e facilidade de uso (SHANER, 2014), no setor florestal, além desses fatores outros determinantes para o uso é a extensão da área de plantio e a disponibilidade de mão-de-obra (TOLEDO et al., 2003) e a adoção desses produtos ocorre, a depender da espécie, até o segundo ano de plantio, por exemplo, no eucalipto ocorre a adoção até o primeiro ano após implantação e na teca até o segundo. No geral, são realizadas aplicações de herbicidas na fase de pré-plantio para limpeza geral da área, seguida de aplicações regulares até o final da implantação e início da fase de manutenção (FOMATO, 2013).

O custo operacional do uso de herbicidas em áreas florestais tende a variar conforme a espécie implantada e a região, no caso de eucalipto em Mato Grosso, os herbicidas respondem por 14,6% do custo operacional de implantação e esse valor sobe para 23,2% no primeiro ano após a instalação e cai a 0% a partir do segundo ano, no caso da teca (*Tectona grandis*) no mesmo estado, o controle de daninhas corresponde a 17,5% dos custos operacionais no ano da

implantação e são utilizados até o segundo ano (FOMATO, 2013). Dados da ABPMA (2016) sugerem que os custos operacionais do uso de herbicidas correspondem a 21% do total de implantação e a 24% na fase de manutenção em plantios de mogno africano.

Os herbicidas podem ser aplicados em pré e pós-emergência das plantas daninhas com relação a cultura, entre os herbicidas de pré-emergência estão: clomazone, isoxaflutole, sulfentrazone, saflufenacil e amicarbazone, sendo esses dois últimos também indicados para uso em pós-emergência (CARVALHO et al., 2000; TOLEDO et al., 2004; TIBURCIO et al., 2012a; DIESEL et al., 2014).

Os herbicidas podem ser classificados de acordo com seu mecanismo de ação, definido como o primeiro ponto do metabolismo da planta onde o herbicida atua (OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Essa classificação foi proposta inicialmente pela WSSA (Weed Science Society of America), que agrupou os herbicidas de acordo com seu mecanismo de ação e numerou esses grupos, posteriormente a HRAC (Herbicides Resistance Action Committee) realizou a mesma classificação, porém a sistematização utilizou letras ao invés de números. Essa classificação foi desenvolvida para facilitar as recomendações para o manejo da resistência aos herbicidas, constando 27 grupos na classificação da WSSA (MALLORY-SMITH; RETZINGER Jr, 2003).

Dentre os mecanismos de ação existentes estão: Herbicidas Inibidores do Fotossistema II, como amicarbazone, Herbicidas Inibidores da Biossíntese de Carotenoides, como clomazone e isoxaflutole, Inibidores da PROTOX, como sulfentrazone e saflufenacil.

O amicarbazone é um herbicida do grupo químico das triazolinonas, classificado no grupo C1 (HRAC) ou grupo 5 (WSSA). É um inibidor do Fotossistema II (FSII) e atua na Reação de Hill, bloqueando o transporte de elétrons se ligando ao sítio Q_B da proteína D1, causando a interrupção do fluxo e paralisando a fixação de CO_2 e a produção de ATP e $NADPH_2$ (TOLEDO et al., 2004; OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Esse grupo é dividido em subgrupos devido ao local de ligação do sítio Q_b em que os herbicidas irão se ligar, no caso do amicarbazone a ligação ocorre nos sítios 2 e 3, comuns às triazinas.

O sulfentrazone pertence ao grupo das triazolinonas enquanto o saflufenacil ao grupo das pirimidinidionas e ambos são inibidores da enzima oxidase protoporfirinogênio IX (PROTOX),

classificados no grupo E (HRAC) ou 14 (WSSA). A enzima PROTOX é responsável pela oxidação de protoporfirinogênio a protoporfirina IX, uma precursora de clorofila, com a inibição da enzima ocorre um acúmulo de protoporfirinogênio no cloroplasto e ocorre um extravasamento para o citosol. No citosol há a sua conversão em protoporfirina IX através de ação não enzimática e pela exposição à luz essas moléculas interagem com o O₂ e formam radicais livres com consequente peroxidação da membrana (OLIVEIRA JUNIOR, 2011; QUEIROZ et al., 2014).

O clomazone pertence ao grupo das isoxazolidinonas, sendo classificado nos grupos F3 (HRAC) e 13 (WSSA). Um dos principais inibidores da biossíntese de carotenoides, atua na inibição da enzima deoxixilulose fosfato sintase (DXP sintase), responsável pela síntese de isoterpenóides que são precursores de carotenoides pela rota MEP (metilerithritol 4-fosfato) nos cloroplastos (FERHATOGLU; BARRET, 2006; SENSEMAN, 2007; SANCHOTENE et al., 2010; OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Outro inibidor de carotenoides é o isoxaflutole, um isoxazol classificado nos grupos F2 e 27 pela HRAC e WSSA respectivamente. Em presença de água, no solo ou na planta é rapidamente convertido em diquetrilonila, sua molécula ativa (SILVA; SILVA, 2007; TIBURCIO et al., 2012a), essa molécula ativa então é responsável pela inibição da enzima 4-hidroxifenilpiruvato desidrogenase (4-HPPD) que atua na conversão de 4-hidroximetilpiruvato em homogentisato ligada a síntese de plastoquinona que está envolvida na síntese de carotenoides, pois atua como cofator da fitoeno desaturase (OLIVEIRA JUNIOR, 2011)

No Brasil existem aproximadamente 147 herbicidas registrados para uso nas mais variadas culturas. Para as culturas florestais existem 21 registros, sendo 14 para o eucalipto e para a cultura do mogno africano não existe nenhum herbicida registrado para uso (AGROFIT, 2016).

Como há uma carência de produtos listados para a cultura é vital que haja a extensão de uso de herbicidas de outras culturas para o mogno, sobretudo no tocante ao Manejo Integrado de Plantas Daninhas na cultura. Essa disponibilização de produtos permite a integração do controle químico com outras formas de controle, além da rotação de produtos de diferentes mecanismos de ação, essa rotação é importante, pois evita o surgimento de populações resistentes e o desenvolvimento de espécies tolerantes, o que tende a inviabilizar o uso dos produtos químicos diminuindo sua eficiência (TIBURCIO et al., 2012a).

2.4. Bases Para Seletividade de Herbicidas em Espécies Cultivadas

O uso dos herbicidas deve respeitar algumas condições, a fim de evitar problemas ao plantio, entre elas está a seletividade, uma das características do produto químico que deve ser considerada antes do uso na cultura (SALGADO et al., 2011). A definição de Diesel et al (2014) de seletividade é a capacidade do herbicida em controlar as plantas daninhas que se encontram na área, sem causar prejuízo à produção e a qualidade do produto final.

Alguns fatores determinam a seletividade e estão classificados em: fatores relacionados com as características do herbicida ou ao método de aplicação, como: dose, formulação, localização espacial e temporal do herbicida em relação à planta; e fatores relacionados com as características da planta, como: retenção e absorção diferencial, idade e estágio fenológico da planta, cultivar utilizada, translocação diferencial e destoxificação pelas plantas (OLIVEIRA JUNIOR; INOUE, 2011).

Os herbicidas são seletivos até uma dosagem limite, quando é ultrapassado, a molécula também pode afetar a cultura e mesmo quando aplicados nas doses recomendadas, os produtos podem ser pouco seletivos à cultura nos primeiros dias após a aplicação (MONQUERO, 2014).

A seletividade dos herbicidas inibidores do FSII pode ocorrer pela degradação, sobretudo através do processo de conjugação com glutathione nas folhas fazendo com que a molécula não chegue ao cloroplasto; quanto aos inibidores da PROTOX, geralmente as espécies tolerantes apresentam uma rápida recuperação das folhas afetadas, no caso do sulfentrazone, Carbonari et al (2012) atribuíram a absorção diferenciada como causa de seletividade ao eucalipto. O *Pinus* tende a aumentar sua seletividade com o aumento da idade e a maior deposição de cera cuticular. No que se refere aos inibidores da biossíntese de carotenoides, a seletividade está relacionada com o somatório de fatores secundários, entre eles a conjugação com metabólitos e também ao uso de protetores (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

Caso o produto não seja seletivo para a cultura ou não haja a informação disponível, o ideal é que sua aplicação seja dirigida para evitar problemas de contaminação (TIBURCIO et al., 2012b).

As avaliações de seletividade utilizam a fitotoxicidade visual da planta em conjunto com outros parâmetros, entre eles os fisiológicos, como a eficiência fotoquímica, teor de clorofila, taxa de transporte de elétrons e os morfológicos: altura, volume, número de folhas, área foliar (SOARES et al., 2011). Há uma importância em se avaliar esses parâmetros em conjunto, pois alguns estudos indicam que existem produtos capazes de causar fitotoxicidade visual sem afetar a fisiologia e o metabolismo da planta e o contrário também ocorrer, produtos afetarem a produtividade e não apresentarem sinais visíveis de toxicidade (FERREIRA et al., 2005).

As pesquisas na área são importantes para o sucesso do controle químico de plantas daninhas. Oliveira Junior e Inoue (2011) afirmam que quanto maior a diferença de tolerância entre as culturas e as plantas daninhas, maior será a segurança na aplicação, sendo que esses trabalhos também são importantes para que os órgãos responsáveis possam tomar decisões acertadas no sentido de registrar e autorizar o uso dos produtos (BRIGHENTI; MULLER, 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação, entre os meses de maio e agosto de 2016. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, sendo cinco tratamentos com cinco repetições mais uma testemunha e cada vaso contendo uma muda considerado uma unidade amostral (Figura 1).

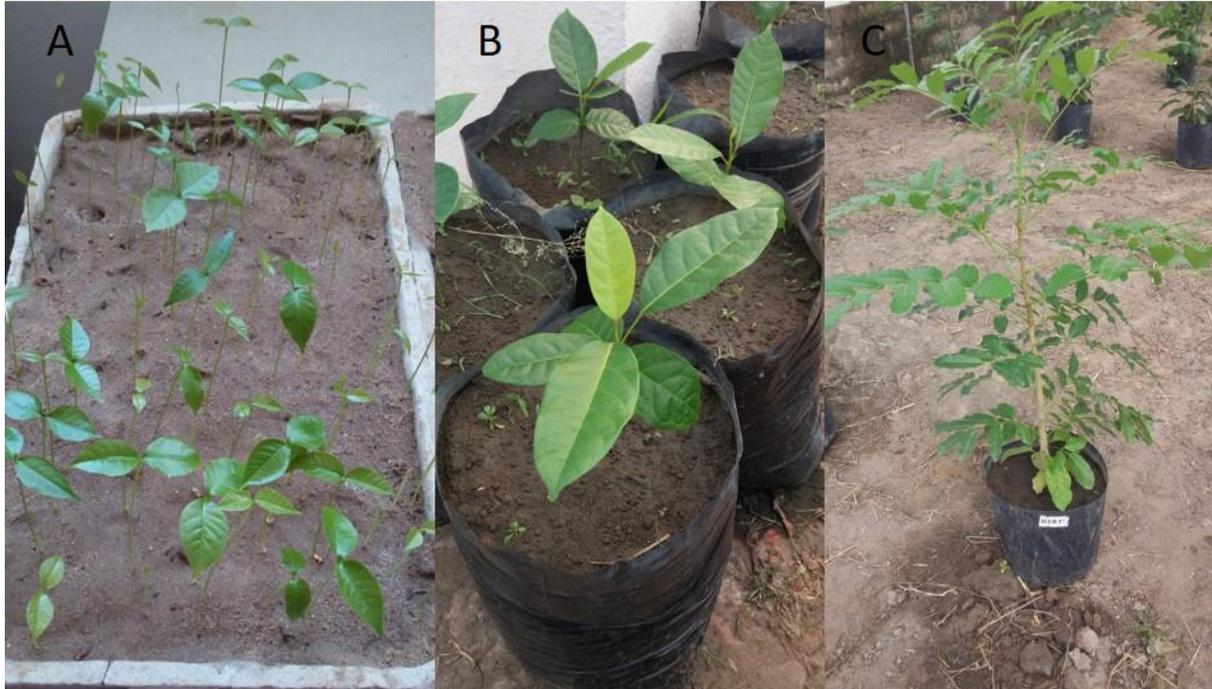
Figura 1 – Disposição espacial do experimento



Fonte: Autor, 2016

As sementes, adquiridas comercialmente através da empresa Sementes Caiçara LTDA. Primeiramente as sementes foram testadas para verificar sua viabilidade. Após isso foram colocadas para germinar em sementeiras e posteriormente transplantadas para vasos plásticos de 18 litros, sendo que o substrato utilizado foi material proveniente do município de Rio Largo, AL. Ao final de oito meses as mudas mais vigorosas foram selecionadas para o experimento, sendo realizada irrigação diária das mudas (Figura 2).

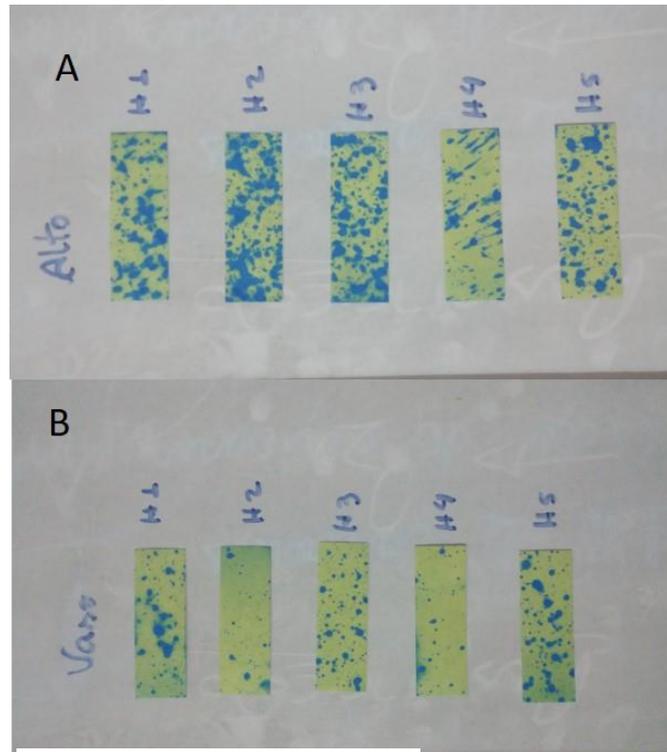
Figura 2 – A – Sementeira de produção das mudas de mogno; B – Mudanças nos sacos plásticos 02 meses após germinação; C – Mudanças de mogno nos vasos plásticos de 18 litros.



Fonte: Autor, 2015

Os herbicidas utilizados foram: saflufenacil (98 g.ha^{-1} de ingrediente ativo), amicarbazone (1.400 g de i.a.), clomazone ($1,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ de i.a.), isoxaflutole (263 g.ha^{-1} de i.a.) e sulfentrazone ($0,8 \text{ kg.ha}^{-1}$ de i.a.). Para a aplicação foi utilizado um pulverizador costal pressurizado com CO_2 , com ponta de pulverização da Teejet, modelo TTI 11002, indicado para uso em herbicidas, com volume equivalente a aplicação de 200 L de ingrediente ativo por hectare. O herbicida foi aplicado tomando-se o cuidado para que toda planta fosse atingida, para verificar a uniformidade da aplicação foi utilizado papel sensível na parte superior da muda e outro no vaso, para cada produto aplicado (Figura 3).

Figura 3 – A – Amostras de papel sensível colocadas na parte superior das mudas durante aplicação; B – Amostras de papel sensível colocadas no vaso das mudas durante aplicação. As manchas azuis representam a distribuição das gotas.



Fonte: Autor, 2016

Foram realizadas avaliações visuais seguindo a adaptação realizada por Brancalion et al. (2009) na escala de notas da EWRC (1964) atribuindo notas de 01 a 05, sendo 01 considerada ausência de fitotoxicidade e 05 a morte da planta e as notas intermediárias computadas como fitotoxicidade leve, moderada e severa em ordem crescente de numeração. Também foram realizadas avaliações biométricas, como: número de folhas e a altura e diâmetro do colo para determinação de volume, de acordo com a fórmula de determinação de volume para cilindros utilizando-se um fator de forma para volume de árvores em pé apresentada abaixo:

Fórmula 01. Fórmula de Volume utilizada

$$V = D^2 * \frac{\pi}{40000} * Ht * Ff, \text{ onde:}$$

D foi o diâmetro do colo da planta, Ht a altura total e o Fator de forma utilizado foi 0,71, o fator de forma indicado para a maioria das espécies florestais.

Nas avaliações fisiológicas a copa das mudas foi dividida em três terços, sendo escolhida uma folha por terço, de cada folha foi analisado o segundo par de folíolos. Foram analisados com um fluorômetro portátil de luz modulada MINI-PAM (Walz, Germany) a taxa de transporte de elétrons (ETR max.), o protocolo Yield (Y) e o rendimento quântico da fotossíntese (F_v/F_M), sendo que para este último, os folíolos foram submetidos ao escuro pelo tempo de 30 minutos, semelhante ao trabalho de Rascher et al (2000). Para as avaliações com o SPAD utilizaram-se todos os folíolos das folhas avaliadas (Figura 4).

Figura 4 – A – Medição realizada com SPAD; B – Pinças utilizadas para medição do F_v/F_M ; C – Fluorômetro portátil utilizado; D – Medição da ETR máxima.



Fonte: Autor, 2016

As avaliações fisiológicas ocorreram no dia da aplicação e aos 1, 2, 3, 7, 15, 30 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, enquanto as avaliações morfológicas e visuais ocorreram no dia da aplicação e aos 7, 15, 30 e 60 DAA.

Aos 60 DAA foi determinada a área foliar de cada planta, conforme figura 5 e, em seguida foi determinada a massa seca da parte aérea, onde as amostras foram colocadas em estufa com circulação de ar, à temperatura de 65 ± 2 °C por 72 horas, em seguida as amostras foram pesadas em balança de precisão digital analítica.

Figura 5 – Medição da área foliar de cada planta avaliada



Fonte: Autor, 2016

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5%, as médias foram comparadas pelo do programa Assistat 7.7 pt. Para elaboração dos gráficos foi utilizado o programa SigmaPlot 11.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No geral, os sintomas visuais começaram a ser observados após 24 horas de aplicação e 46% das mudas avaliadas apresentaram sintomas de fitotoxicidade leve, com pequenas pontoações esbranquiçadas ou necróticas. Os herbicidas saflufenacil e clomazone foram os que causaram maior percentual de plantas intoxicadas, porém não houve diferença significativa entre os outros tratamentos, com relação às notas. Os sintomas foram observados no terço superior em poucas folhas e em um único caso, no tecido meristemático, este último causado pelo isoxaflutole, sendo os sintomas mais frequentes a visualização de pontoações esbranquiçadas ou necróticas no limbo foliar. A figura 6 mostra os máximos efeitos observados nas mudas por cada herbicida utilizado.

Figura 6 – Máximo efeito causado pelos herbicidas. A – Saflufenacil; B – Amicarbazone; C – Clomazone; D – Isoxaflutole; E – Sulfentrazone.



Fonte: Autor, 2016

A aplicação dos herbicidas não impediu o desenvolvimento das plantas tratadas, pois as mesmas continuaram a crescer em altura, ganhar volume e emitir novas folhas, porém visualmente os herbicidas sulfentrazone e saflufenacil foram os que causaram maiores sintomas, como encarquilhamento de algumas poucas folhas, sendo também insuficiente para impedir o crescimento e ocasionar a morte da planta.

Nenhum herbicida utilizado impactou significativamente as atividades fisiológicas das plantas, como observado através das análises dos índices SPAD, rendimento quântico do

Figura 8 – Gráfico com as variáveis fisiológicas do terço médio da copa das mudas analisadas durante o experimento. Os valores foram transformados através da divisão da média dos tratamentos pela média da testemunha, sendo que essa sempre tem resultado igual a 1. SPAD – teor de clorofila SPAD das folhas, Ph – rendimento quântico do fotossistema, Y – protocolo Yield; os números representam o dia após aplicação da avaliação realizada.

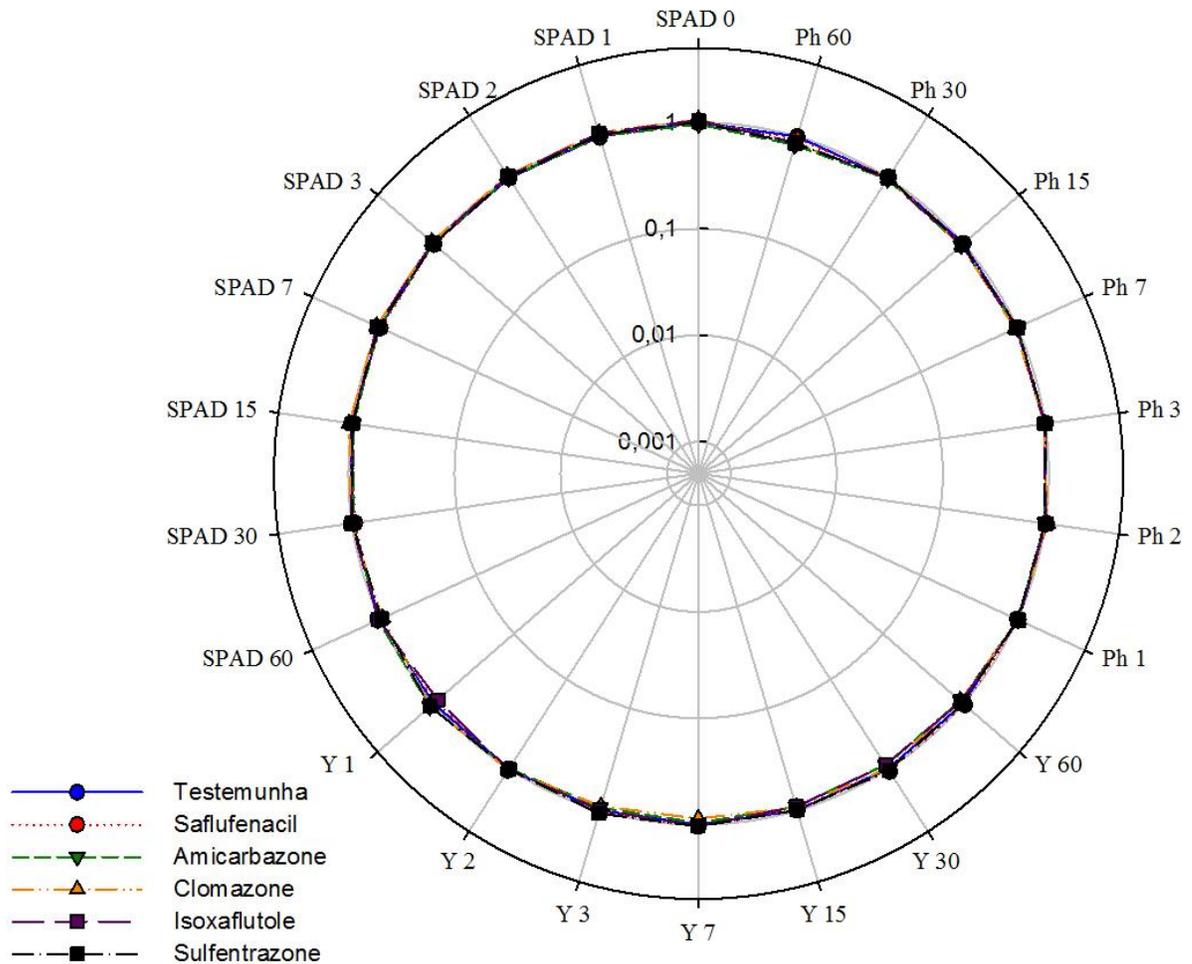
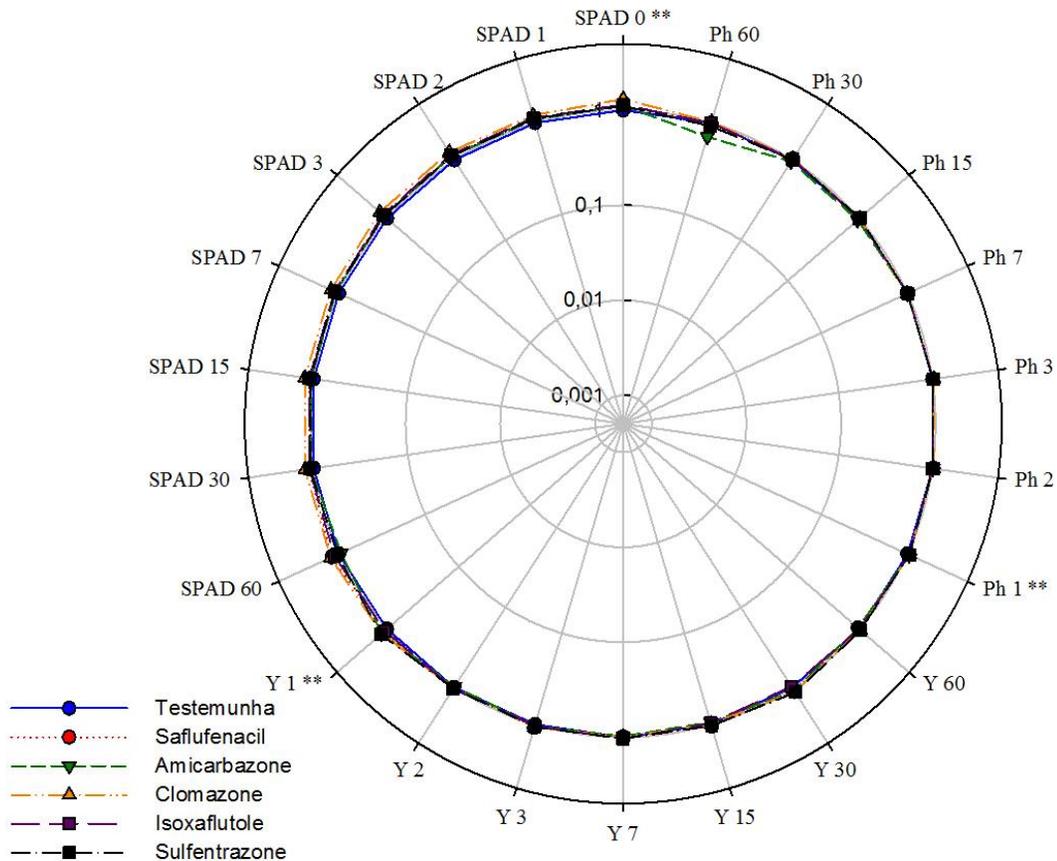


Figura 9 – Gráfico com as variáveis fisiológicas do terço superior da copa das mudas analisadas durante o experimento. Os valores foram transformados através da divisão da média dos tratamentos pela média da testemunha, sendo que essa sempre tem resultado igual a 1. SPAD – teor de clorofila SPAD das folhas, Ph – rendimento quântico do fotossistema, Y – protocolo Yield; os números representam o dia após aplicação da avaliação realizada. As variáveis seguidas com ** apresentaram diferença significativa pela ANOVA.



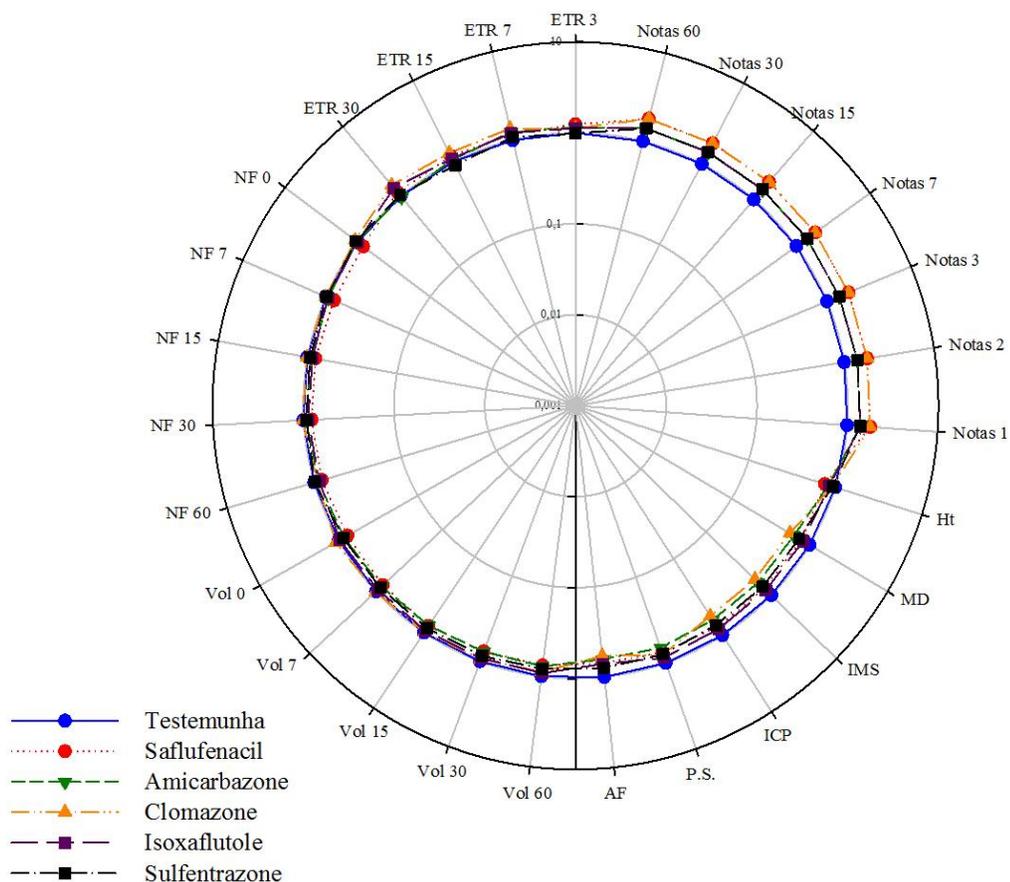
As análises do SPAD no dia da aplicação e o protocolo Yield com o rendimento quântico do fotossistema no 1 DAA apresentaram diferença estatística ao nível de 5% pelo teste de Tukey, porém nas análises seguintes a diferença deixou de ocorrer, o que pode ter ocorrido pela variação natural das mudas e não pelo uso dos herbicidas.

Em plantas não submetidas ao estresse, o rendimento quântico do fotossistema tende a variar entre 0,75 e 0,85 e a redução desse parâmetro é um indicador ideal de efeito fotoinibitório de plantas sob condições de estresse químico (BOLHÀR-NORDENKAMPH et al., 1989; ARAUS; HOGAN, 1994), as plantas de mogno africano desse trabalho tiveram valores variando

entre 0,72 e 0,79, com valores muito próximos entre si, portanto não houve uma condição de estresse químico nas mudas tratadas com os herbicidas.

Como podemos ver na figura 10 o herbicida clomazone foi o que mais impactou as mudas de mogno africano em termos de volumetria e área foliar, além de causar os maiores danos visuais, junto com o saflufenacil, que mais impactou as mudas em termos de altura final aos 60 DAA.

Figura 10 – Gráfico com as variáveis biométricas e escala de notas visuais analisadas durante o experimento. Os valores foram transformados através da divisão da média dos tratamentos pela média da testemunha, sendo que essa sempre tem resultado igual a 1. NF – número de folhas, Vol – volume, AF – área foliar, P.S. – peso seco, ICP – incremento corrente periódico de volume, IMS – incremento médio de volume por semana, IMD – incremento médio de volume por dia, Ht – altura total final, Notas – notas de fitotoxicidade visual; os números representam o dia após aplicação da avaliação realizada.



O incremento final em volume do tratamento com clomazone foi o menor, o que implicou em menor incremento médio semanal e diário, o isoxaflutole foi o tratamento com menor diferença de ganho volumétrico quando comparado com a testemunha, apesar de serem herbicidas com mesmo mecanismo de ação, o isoxaflutole e o clomazone, ambos inibidores da biossíntese de carotenoides, o isoxaflutole é considerado um pró-herbicida, pois sua atuação depende de sua conversão em diquetronila (OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Apesar disso, não houve diferença estatística entre os tratamentos e a testemunha, quando analisados pelo teste de Tukey a 5%.

Nas variáveis massa seca total, número de folhas e altura final também não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos e a testemunha. O número de folhas foi menor no tratamento usando saflufenacil entre o primeiro dia de observação e o último. A maior redução no número de folhas ao longo do tempo foi do herbicida clomazone. As mudas tratadas com amicarbazone apresentaram menor massa seca que os demais tratamentos. Com relação a ETR também não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos. Na escala de notas visuais de fitotoxicidade as notas tenderam a permanecer constantes, como demonstrado.

Trabalhando com mogno africano da espécie *K. irvorensis*, Brighenti e Muller (2014) testaram alguns herbicidas, entre eles o isoxaflutole em duas dosagens diferentes, sendo que esse herbicida causou os maiores danos visuais, resultado diferente do observado nesse trabalho, outra característica observada no trabalho foram índice SPAD e o número de folhas, onde foram verificados efeitos semelhantes, com o número de folhas do herbicida maior que o da testemunha e o índice SPAD muito próximo da testemunha e sem diferença significativa entre ambos. O isoxaflutole chegou a apresentar 50% menos matéria seca que a testemunha e todos os tratamentos apresentaram diferença para a testemunha, diferente desse, no qual verificou-se semelhança estatística entre os tratamentos.

Duarte et al. (2006) utilizou entre outros herbicidas o isoxaflutole e sulfentrazone em plantas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e não verificou efeitos de fitotoxicidade, na altura e no número de folhas para esses dois produtos, considerando-os seletivos à aroeira, da mesma forma que podemos considera-los para o mogno africano. Monquero et al. (2011) comprovou a seletividade de sulfentrazone para *Luehea divaricata*, além de baixa fitotoxicidade do herbicida

em *Ceiba speciosa* e *Enterolobium contortisiliquum*. O saflufenacil foi considerado seletivo ao eucalipto em trabalho conduzido por Pereira et al (2011), também é considerado um produto a ser utilizado em plantios florestais e compatível com o selo FSC (ZABKIEWICZ et al., 2010).

Em trabalho com seletividade de herbicidas em espécies florestais nativas, Brancalion et al (2009) constatou que o isoxaflutole foi seletivo para 20 espécies, entre elas *Croton floribundus*, *C. uirucurana*, *Guazuma ulmifolia*, *Senna multijuga*. Agostinetto et al. (2010) utilizaram o mesmo herbicida em eucalipto e constataram sua seletividade para a cultura em questão.

Em trabalho com eucalipto, o amicarbazone, em doses elevadas tem potencial para reduzir a altura das plantas (CEDERGREEN, 2008), porém não apresentou esse efeito em plantas de pinhão-manso (*Jatropha curcas*) como demonstrou Inoue et al. (2014) e o resultado foi semelhante ao encontrado para o mogno africano, onde o herbicida em questão não alterou o crescimento de forma significativa.

Em eucalipto, a aplicação de clomazone causou redução na altura, massa seca da parte aérea e na área foliar conforme trabalho de Takahashi et al. (2009), esta última variável apresentou resultado semelhante ao mogno africano.

5. CONCLUSÃO

Todos os herbicidas testados se provaram seletivos às mudas de mogno africano com oito meses de idade e nas dosagens máximas recomendadas no Brasil.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D.; TAROUCO, C.P.; MARKUS, C.; DE OLIVEIRA, E.; DA SILVA, J.M.B.V.; TIRONI, S.P. Seletividade de genótipos de eucalipto a doses de herbicidas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3; p. 585-598, 2010.
- AGROFIT, Sistema de Agrotóxicos fitossanitários. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em: 29 jun. 2016.
- ALBUQUERQUE, M. P. F. D.; MORAES, F. K. C.; SANTOS, R. I. N.; CASTRO, G. L. S. D.; RAMOS, E. M. L. S.; PINHEIRO, H. A. Ecofisiologia de plantas jovens de mogno-africano submetidas a déficit hídrico e reidratação. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.48, n.1, p.9-16, 2013.
- ARAUS, J.L.; HOGAN, K.P. Comparative leaf structure and patterns of photoinhibition of the neotropical palms *Scheelea zonensis* and *Socratea durissima* growing in clearing and forest understory during the dry season in Panama. **American Journal of Botany**, v. 81, n. 6, p. 726-738, 1994.
- ARNOLD, R. *Khaya senegalensis* – current use from its natural range and its potential in Sri Lanka and elsewhere in Asia. In: PROSPECTS FOR HIGH-VALUE HARDWOOD TIMBER PLANTATIONS IN THE 'DRY' TROPICS OF NORTHERN AUSTRALIA. Mareeba. **Proceedings...** Mareeba: Department of Primary Industries and Fisheries, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE MOGNO AFRICANO ABPMA. 2016. Disponível em: <<http://abpma.org.br/custos-mogno-palestra-joao/>>. Acesso em 24 dez. 2016.
- BOLHAR-NORDENKAMPF, H.R.; LONG, S.P.; BAKER, N.R.; OQUIST, G.; SCHREIBER, U.L.E.G.; LECHNER, E.G. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. **Functional Ecology**, p. 497-514, 1989.
- BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I.; MACHADO, R.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; RODRIGUES, R.R. Seletividade dos herbicidas setoxidim, isoxaflutol e bentazon a espécies arbóreas nativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 3, p. 251-257, 2009.
- BRAZ, R.L.; OLIVEIRA, J.T.S.; RODRIGUES, B.P.; ARANTES, M.D.C. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Toona ciliata* em diferentes idades. **Floresta**, v. 43, n. 4, p. 663-670, 2013.
- BRIGHENTI, A.M.; MULLER, M.D. Tolerância de plantas de *Khaya ivorensis* e *Toona ciliata* a herbicidas. **Floresta**, v. 44, n. 4, p. 747-754, 2014.

CANTARELLI, E.B.; MACHADO, S.L.O.; COSTA, E.C.; PEZZUTTI, L. Efeito do manejo de plantas daninhas no desenvolvimento inicial de *Pinus taeda* em várzeas na Argentina. **Árvore**, v. 30, n. 5, p. 711-718, 2006.

CARVALHO, F. T.; GALBIATTI JR, W.; CAVAZZANA, M. A. Eficiência do herbicida sulfentrazone no controle, em pré-emergência, de plantas daninhas em soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 1, n. 1, p. 33-38, 2000.

CARVALHO, A. M.; SILVA, B. T. B.; LATORRACA, J. V. F. Avaliação da usinagem e caracterização das propriedades físicas da madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.). **Cerne**, v. 16, p. 106-114, 2010.

CASTRO, C. R. T.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; SANTOS, N. F. A.; MONTEIRO, E. M. M.; AVIZ, M. A. B.; GARCIA, A. R. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2395-2402, 2008.

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

CORDEIRO, Y.E.M. **Potencial de uso em recuperação de áreas degradadas: um estudo três espécies nativas da Amazônia Oriental sob dois regimes hídricos**. Belém: UFAM, p. 89, 2012.

DIESEL, F.; TREZZI, M.M.; OLIVEIRA, P.H.; VIDAL, R.A.; PAZUCH, D.; GALLON, M.; XAVIER, E.; PAGNONCELLI, F.; SCALCON, E.; PORTES, A. Persistência de Saflufenacil no solo e sua seletividade a cultivares de feijão. **Informe técnico – NIPED-UTFPR**. v. 2, n. 1. 2014.

DUARTE, N.F.; KARAM, D.; SÁ, N.; CRUZ, M.B.; SCOTTI, M.R.M. Selectivity of herbicides upon *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira). **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 329-337, 2006.

FERHATOGLU, Y.; BARRET, M. Studies of clomazone mode of action. **Pestic. Biochem. Physiol.**, v. 85, n. 1, p. 7-14, 2006.

FERREIRA, E.A.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; VENTRELLA, M. C.; BARBOSA, M. H. P.; PROCÓPIO, S. O.; REBELLO, V. P. A. Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura trifloxysulfuronosodium + ametryn. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 93-99, 2005.

FOELKEL, C. Combate à Matocompetição em Povoamentos de Pinus . *Pinus Latter* v.4 abril 2008. Disponível em: <http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_04.html>. Acesso em 20 dez. 2016.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DO MATO GROSSO FOMATO. **Diagnóstico de Florestas Plantadas do estado do Mato Grosso**. Cuiabá: Instituto Mato-grossense de economia aplicada (IMEA). 2013. 106 p.

FRANÇA, T. S. F. A.; ARANTES, M. D. C.; PAES, J. B.; VIDAURRE, G. B.; Da SILVA OLIVEIRA, J. T.; BARAÚNA, E. E. P. Características anatômicas e propriedades físico-mecânicas das madeiras de duas espécies de mogno africano. **Cerne**, v. 21, n. 4, p. 633-640, 2015.

GARAU, A. M.; GHERSA, C. M.; LEMCOFF, J. H.; BARAÑAO, J. J. Weeds in *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell) establishment: effects of competition on sapling growth and survivorship. **New Forests**, v. 37, n. 3, p. 251-264, 2009.

GONÇALVES, K.S.; SÃO JOSÉ, A.R.; CAVALIERI, S.D.; MARTINS, I.S.B.; VELINI, E.D. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista brasileira de herbicidas**. v. 10, n. 2, p. 110-120, 2010.

GROSSMANN, K.; NIGGEWEG, R.; CHRISTIANSEN, N.; LOOSER, R.; EHRHARDT, T. The herbicide saflufenacil (Kixor™) is a new inhibitor of protoporphyrinogen IX oxidase activity. **Weed Science**, v. 58, n. 1, p. 1-9, 2010.

HARKER, K.N.; O'DONOVAN, J.T. Recent weed control, weed management, and integrated weed management. **Weed Technology**, v. 27, n. 1, p. 1-11, 2013.

HUNG, C.D.; TRUEMAN, S.J. In vitro propagation of the African mahogany *Khaya senegalensis*. **New forests**, v. 42, p. 117-130, 2011.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES 2014, ano base 2013. Brasília: IBA, 2014. 100 p. Disponível em: <http://www.iba.org/images/shared/iba_2014_pt.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES 2016, ano base 2015. Brasília: IBA, 2016. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf>. Acesso em: 20 set. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS (IBF) 2016. [Acesso em 2016 dez 27]. Disponível em: <<http://www.ibflorestas.org.br/conteudo/blog/1084-lucratividade-mogno-africano.html>>. Acesso em: 27 dez. 2016.

INOUE, M.H.; PEREIRA, K.M.; MENDES, K.F.; DOS SANTOS, E.G.; DALLACORT, R.; POSSAMAI, A.C.S. Selectivity of herbicides for pinhão manso in conditions terms of greenhouse and field. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, 2014.

KY-DEMBELE, C.; BAYALA, J.; SAVADOGO, P.; TIGABU, M.; ODÉN, P.C.; BOUSSIM, I.J. Comparison of growth responses of *Khaya senegalensis* seedlings and stecklings to four irrigation regimes. **Silva Fennica**. v. 44, n. 5, p. 787-798, 2010.

Lamprecht, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschbom: GmbH; 1990.

MALLORY-SMITH, C.A.; RETZINGER JR, E.J. Revised Classification of Herbicides by Site of Action for Weed Resistance Management Strategies 1. **Weed Technology**, v. 17, n. 3, p. 605-619, 2003.

MONQUERO, P.A.; PENHA, A.S.; ORZARI, I.; HIRATA, A.C.S. Herbicides selectivity on seedlings of native species *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae), *Ceiba speciosa* and *Luehea divaricata* (Malvaceae). **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 159-168, 2011.

MONQUERO, P.A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. Rima: São Carlos. 2014. 430 p.

NEWTON, A.C.; BAKER, P.; RAMNARINE, S.; MESE'N, J.F.; LEAKEY, R.R.B. The mahogany shoot borer: prospects for control. **Forest Ecology and Management**, v. 57, p. 301-328, 1993.

NIKIEMA, A.; PASTERNAK, D. *Khaya senegalensis* (Desr.) A.Juss. **Prota**, Wageningen, v. 7, n. 1, 2008.

NORSWORTHY, J.K., et al. Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. **Weed Science**, v. 60, n. sp 1, p. 31-62, 2012.

OLIVEIRA JUNIOR, R.S. Mecanismos de ação de herbicidas. In.: OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H., editores. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax; 2011.

OLIVEIRA, J.R.; INOUE, M.H. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In.: OLIVEIRA, J.R.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax. 2011.

PEREIRA, M.R.R.; MARTINS, D.; RODRIGUES, A.C.P.; SOUZA, G.S.F.; CARDOSO, L.A. Selectivity of saflufenacil to *Eucalyptus urograndis*. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 617-624, 2011.

PINHEIRO, A.L.; COUTO, L.; PINHEIRO, D.T.; BRUNETTA, J.M.F.C. **Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mognos-africanos (*Khaya spp.*)**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura; 2011.

PITELLI, R. A.; MARCHI, S. R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1, 1991, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1991.

PITELLI, R.A.; MARCHI, S.R. Interferência de plantas daninhas nas áreas de reflorestamento. In. SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO; 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, p. 44-64, 1998.

QUEIROZ, J. R. G.; JUNIOR, A. C. S.; RODRIGUES, A. C. P.; MARTINS, D. Eficiência da aplicação da mistura de glyphosate com saflufenacil sobre plantas de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 1, p. 1-7, 2014.

RASCHER, U.; LIEBIG, M.; LÜTTGE, U. Evaluation of instant light- response curves of chlorophyll fluorescence parameters obtained with a portable chlorophyll fluorometer on site in the field. **Plant, Cell & Environment**, v. 23, n. 12, p. 1397-1405, 2000.

SALGADO, T. P.; ALVES, P. L. C. A.; KUVA, M. A.; TAKAHASHI, E. N.; DIAS, T. C. S.; LEMES, L. N. Sintomas da intoxicação inicial de *Eucalyptus* proporcionados por subdoses de glyphosate aplicadas no caule ou nas folhas. **Planta Daninha**, p. 913-922, 2011.

SANCHOTENE, D. M.; KRUSE, N. D.; AVILA, L. A.; MACHADO, S. L. O.; NICOLODI, G. A.; DORNELLES, S. H. B. Efeito do protetor dietholate na seletividade de clomazone em cultivares de arroz irrigado. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 339-346, 2010.

SENSEMAN, S. A. **Herbicide handbook**. 9.ed. Champaign: Weed Science Society of America, 2007. 458 p.

Shaner, D. L. Lessons learned from the history of herbicide resistance. **Weed science**, v. 62, n. 2, p. 427-431, 2014.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007. 367 p.

SILVA, L.F.D.; FERREIRA, G.L.; SANTOS, A.C.A.D.; LEITE, H.G.; SILVA M.L.D. Hipsometric, Volumetric and Growth Equations for *Khaya ivorensis*, Planted in Pirapora. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3, p. 326-368, 2016.

SOARES, R. O.; AZANIA, C. A. M.; LORENZATO, C. M.; SCHIAVETTO, A. R.; ZERA, F. S.; AZANIA, A. A. D. P. M. Herbicidas de diferentes mecanismos de ação e a seletividade a cultivares de cana-de-açúcar. **Nucleus**, v. 8, n. 1, p. 1-14, 2011.

TAKAHASHI, E.N.; ALVES, P.L.D.C.A.; SALGADO, T.P.; FARIAS, M.A.; SILVA, A.C.; BIAGGIONI, B.T. Consequences of clomazone and sulfentrazone drift on clones of *E. grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 675-683, 2009.

TIBURCIO, R.A.S.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; MACHADO, M.S.; MACHADO A.F.L. Controle de plantas daninhas e seletividade do flumioxazin para eucalipto. **Cerne**, v. 18, n. 4, p. 523-531, 2012a.

TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; PAES, F. A. S. V.; MELO, C. A. D.; MEDEIROS, W. N. Crescimento de mudas de clones de eucalipto submetidos à deriva simulada de diferentes herbicidas. **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 65-73, 2012b.

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

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

TOLEDO, R. E. B. et al. Dinamic (Amicarbazone), novo herbicida seletivo para o controle de plantas daninhas em pré e pós emergência na cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24, 2004, São Pedro. **Resumos...** São Pedro, 2004.

ZABKIEWICZ, J.; STEELE, K.D.; WELSH, R.; MACKISACK, G.; HAGERTY, G.; ZYDENBOS, S.M. Preliminary evaluation of salflufenacil herbicide for New Zealand forestry use. In: AUSTRALASIAN WEEDS CONFERENCE. NEW FRONTIERS IN NEW ZEALAND: TOGETHER WE CAN BEAT THE WEEDS, 17, 2010, Christchurch. **Anais...** Christchurch: New Zealand Plant Protection Society; 2010. p. 336-339.

ZIMDAHL, R.L. **Fundamentals of weed Science**. Academic Press. 2007.