**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Fatores que influenciam a germinação e emergência de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth e absorção, translocação e eficácia do herbicida aminocyclopyrachlor

Fabírcia Cristina dos Reis

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2012**

Fabírcia Cristina dos Reis
Engenheiro Agrônomo

**Fatores que influenciam a germinação e emergência de *Tecoma stans* (L.)
Juss. ex Kunth e absorção, translocação e eficácia do herbicida
aminocyclopyrachlor**

Orientador:
Prof. Dr. **RICARDO VICTÓRIA FILHO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia.

Piracicaba
2012

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Reis, Fabrícia Cristina dos

Fatores que influenciam a germinação e emergência de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth e absorção, translocação e eficácia do herbicida aminocyclopyrachlor / Fabrícia Cristina dos Reis. - Piracicaba, 2012.

67 p: il.

Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Amarelinho 2. Árvores ornamentais 3. Controle químico 4. Germinação 5. Herbicidas
6. Pastagens 7. Plantas daninhas I. Título

CDD 634.97324
R375f

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

“Tudo posso naquele que me fortalece”

Filipenses 4, v.13

À minha amada mãe Ana Rita dos Reis,

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Aos meus pais João e Ana Rita, a minhas irmãs Fabiana e Fernanda, ao meu cunhado Diógenes e a toda minha família pelo apoio e incentivo.
- Ao Prof. Dr. Ricardo Victória Filho pela amizade, orientação, oportunidade e por toda aprendizagem que vai além dos conhecimentos técnicos.
- Ao Prof. Dr. Valdemar Luiz Tornisielo e Ana Carolina Ribeiro Dias pela dedicação e apoio na execução dos estudos de absorção e translocação.
- Ao Prof. Dr. Pedro Jacob Christoffoleti pelo apoio e conhecimentos adquiridos durante o mestrado.
- À Patrícia Andrea Monquero pelos ensinamentos e orientação durante a graduação.
- A Dupont, representada por João Batista Cason, pela oportunidade e apoio na realização deste trabalho, Edison Hidalgo, pelo apoio nos estudos de absorção e translocação e Roberto E.B. Toledo por todo auxílio e apoio.
- À Helena Maria C.P. Chamma pela ajuda nos testes com sementes.
- À secretária Luciane Ap. Lopes Toledo por todo auxílio e dedicação.
- Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ – USP, Aparecido Serrano, Luiz Ferrari, Aparecido Mendes, Clayton Coratito e Horst Bremer Neto.
- Aos que me auxiliaram na execução do trabalho: Danilo Brito Garcia e Melissa Magalhães Freitas.
- A todos os amigos que me acompanharam durante essa fase em especial: Bruna, Ana Paula, Felipe, Camila, Ana Beatriz, Natália, Thiago, Alfredo, Murillo, Arthur e Maísa.
- Ao amigo Jaime F.M. Sotomayo pela ajuda nas análises estatísticas.

-À amiga e bibliotecária Maria Helena Sachi do Amaral pela ajuda na normatização do trabalho.

- À CNPQ pela concessão da bolsa.

- A todos, que direta ou indiretamente, participaram deste trabalho.

OBRIGADA!

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	13
Referências	15
2 GERMINAÇÃO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA E FOTOPERÍODO, E EMERGÊNCIA INFLUENCIADA PELA PROFUNDIDADE DE SEMEADURA DE <i>Tecoma stans</i>	19
Resumo	19
Abstract	20
2.1 Introdução	20
2.2 Material e métodos	22
2.3 Resultados e discussão.....	26
2.4 Conclusões.....	31
Referências	31
3 ABSORÇÃO FOLIAR E TRANSLOCAÇÃO DE AMINOCYCLOPYRACHLOR EM <i>Tecoma stans</i>	35
Resumo	35
Abstract	35
3.1 Introdução	36
3.2 Material e Métodos	37
3.3 Resultados e Discussão	40
3.4 Conclusões.....	47
Referências	47
4 SUSCETIBILIDADE DE <i>Tecoma stans</i> AO HERBICIDA AMINOCYCLOPYRACHLOR	51
Resumo	51
Abstract	51
4.1 Introdução	52
4.2 Material e Métodos	54
4.3 Resultados e Discussão	57
4.4 Conclusões.....	62
Referências	62

5 CONCLUSÕES GERAIS	67
---------------------------	----

RESUMO

Fatores que influenciam a germinação e emergência de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth e absorção, translocação e eficácia do herbicida aminocyclopyrachlor

A degradação de pastagem é um dos maiores problemas da pecuária bovina do país. A implantação seguida de um sistema de manejo inadequado favorece a ocorrência de plantas daninhas em altas densidades, o que diminui a produtividade da gramínea forrageira. A espécie *Tecoma stans*, importante planta daninha em pastagens, é considerada de difícil controle, pois apresenta rebrota rápida e vigorosa após o corte do tronco, dificultando seu controle por métodos exclusivamente mecânicos. Visando encontrar alternativas de controle químico e conhecer a forma como fatores ambientais influenciam a germinação e emergência da espécie, analisou-se a influência da luz e temperatura sobre a germinação e o efeito da profundidade de semeadura na emergência de *T. stans*. Além disso, foram estudadas a absorção, a translocação e a eficácia do herbicida aminocyclopyrachlor. Para análise do efeito da luz, sementes foram distribuídas em caixas de plástico transparente e preto, e mantidas em germinador em temperatura constante e alternada. O efeito da temperatura foi avaliado em nove intervalos de temperatura, entre 15°C e 40°C. Para o estudo da influência da profundidade de semeadura na emergência de plântulas, as sementes foram depositadas a 0, 20, 40 e 80 mm de profundidade. A absorção e translocação de ¹⁴C-aminocyclopyrachlor foram estudadas ao longo do tempo em plantas jovens de *T. stans* e os experimentos no campo foram conduzidos com aplicações no toco de aminocyclopyrachlor e picloram e aplicações foliares da associação formulada dos herbicidas aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl e glyphosate. Os estudos do efeito da luz e temperatura demonstraram que a espécie é fotoblástica neutra e que as temperaturas estudadas não são fatores limitantes para a germinação de espécie, apresentando porcentagem de germinação acima de 50%. A espécie apresentou maior porcentagem de emergência quando as sementes foram depositadas na superfície do solo e não ocorreu emergência das plântulas quando foram depositadas nas profundidades de 40 e 80 mm. Aproximadamente 20% do total de ¹⁴C-aminocyclopyrachlor aplicado foram absorvidos pelas folhas de *T. stans* e a porcentagem de translocação não ultrapassou 5% do total aplicado em 72 horas após a aplicação. Aplicações no toco de aminocyclopyrachlor e picloram e foliares de aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl e glyphosate foram eficazes no controle de *T. stans*.

Palavras-chave: Amarelinho; Suscetibilidade; Plantas daninhas; Pastagem; Herbicidas

ABSTRACT

Factors influencing the emergence and germination of *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth and absorption, translocation and efficacy of aminocyclopyrachlor herbicide

Pasture lands degradation is one of the largest problems of cattle livestock in Brazil. The development of pasture lands and its consequent inadequate management are factors that favor weed proliferation, diminishing forage grass productivity. *Tecoma stans*, is a difficult to control widespread weed in pasture lands since resprouts vigorously and quickly after the stalk is cut hindering its control by mechanical means. In order to find chemical alternatives to control the species and to identify the environmental factors that contribute to its germination and emergence, this study analyzed light and temperature effects on germination and seeding depth effect on the emergence of *T. stans*. Moreover, was analyzed the absorption, translocation and efficacy of aminocyclopyrachlor. In order to analyze the light effect, the seeds were distributed in clear and dark plastic boxes that were kept in a germination chamber in constant and alternated temperatures. The temperature effect was assessed in nine temperature intervals ranging from 15 to 40°C. In order to analyze seeding depth effect in seedlings emergence, the seeds were sowed at 0, 20, 40 and 80 mm. Absorption and translocation of ¹⁴C-aminocyclopyrachlor were analyzed over time in young *T. stans* plants. Field experiments were conducted applying aminocyclopyrachlor and picloram in the cut-stump and foliar applications of aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl and glyphosate. Light and temperature experiments allowed to conclude that the species is neutral photoblastic and that the temperatures used in the experiments did not limit the species germination, since there were germination in 50% of the cases. When the seeds were applied in the soil surface there was a higher index of emergence, however, when the seeds were at 40 and 80 mm depth, the plant did not emerge. Twenty percent of the ¹⁴C-aminocyclopyrachlor dosage applied was absorbed by *T. stans* leaves. Translocation percentage did not surpass 5% of the dosage applied after 72 hours. Aminocyclopyrachlor and picloram cut-stump applications as well as aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl and glyphosate foliar applications were efficacy to control *T. stans*.

Keywords: Trumpet flower; Susceptibility; Weed; Pasture; Herbicide

1 INTRODUÇÃO

A degradação de pastagem é um dos maiores problemas da pecuária bovina do país. A área de pastagem ocupa 172,3 milhões de hectares e 24,7% do total da área no país (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2006). Estima-se que 80% dos 50 a 60 milhões de hectares de pastagens cultivadas no Brasil Central encontram-se em algum grau de degradação (MACEDO; KICHEL; ZIMMER, 2000).

A implantação da pastagem e o sistema de manejo utilizado de forma inadequada levam à ocorrência de plantas daninhas que, de um modo geral, são constituídas por plantas dicotiledôneas arbustivas e arbóreas. As plantas daninhas que ocorrem em pastagens naturais ou cultivadas devem ser manejadas, pois interferem na produção da espécie forrageira, além de apresentar outros danos como: interceptação da luz; competição por nutrientes; ferimentos nos animais; ambiente favorável para o desenvolvimento de parasitas internos; e toxicidade aos animais (VICTORIA FILHO, 2006).

A espécie *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, com os nomes comuns amarelinho, ipê-mirim ou ipê-de-jardim é uma espécie exótica. Inicialmente, a espécie foi cultivada como ornamental no Brasil e tornou-se uma importante planta daninha em pastagens e terrenos baldios (LORENZI, 2008). Há contradições sobre sua origem. Morton (1981) e Pott, Pott e Souza (2006) afirmam que a espécie é nativa do México e região sul dos Estados Unidos da América do Norte. Por outro lado, Lorenzi (2008) afirma que a espécie é nativa da América Central.

A espécie *T. stans*, devido à beleza de sua floração, é utilizada como ornamental nos centros urbanos, em arborização de ruas, praças e jardins. Em áreas onde a dispersão e a germinação das sementes têm sucesso apresenta caráter invasor (LORENZI, 2000), desenvolvendo-se em áreas rurais, margens de rodovias e pastagens degradadas ou abandonadas, suprimindo a vegetação nativa. A partir de 1995 a planta foi considerada indesejável e sua comercialização e produção foram proibidas por lei no Estado do Paraná (RENÓ, 2002).

Em áreas recém-abandonadas na Argentina, a planta chegou a apresentar densidade de 13.225 árvores por hectare (GRAU et al., 1997). Em levantamento realizado na região de Londrina, sua densidade chega a 5.000 plantas por hectare

(BREDOW; PEDROSA-MACEDO; VITORINO, 2004). De acordo com Kranz e Passini (1997) áreas infestadas com menos de 100 plantas/ha poderão, dentro de alguns anos, estar inviabilizadas para a exploração agropecuária.

A rapidez na dispersão da espécie tem sido associada com a produção de um grande número de sementes de tamanho pequeno e com prolongada viabilidade (BREDOW, 2007). Foi observado que, em três meses em temperatura ambiente, sementes apresentaram 40% de germinação. Sementes recém-colhidas apresentaram 97% de germinação (BREDOW; PEDROSA-MACEDO; VITORINO, 2004). A capacidade de dispersão a curtas distâncias é comprovada por sua facilidade de propagação vegetativa, sendo que pesquisas mostraram 100% de enraizamento de estacas caulinares (BIONDI; BREDOW; LEAL, 2008).

A espécie *T. stans* é considerada de difícil controle. O controle mecânico não é eficaz, pois após o corte do tronco a planta apresenta rebrota rápida e vigorosa (PASSINI; KRANZ, 1997; POTT; POTT; SOUZA, 2006). Na literatura são encontradas poucas informações sobre o controle químico dessa espécie. Passini e Kranz (1997) relataram sucesso no controle da planta com o uso do herbicida tebuthiuron. Em trabalho realizado nas Ilhas Virgens (EUA), obteve-se sucesso no controle após pulverização da associação dos herbicidas 2,4-D + 2,4,5-T, diluídos em óleo diesel, direcionados a base do caule da planta daninha (OAKES, 1970).

Entre os herbicidas utilizados em pastagens, destacam-se o herbicida picloram e as associações formuladas de herbicidas (VICTORIA FILHO, 2012). O herbicida picloram é indicado para o controle de plantas daninhas de folhas largas de porte arbóreo, arbustivo ou subarbustivo em áreas de pastagem. É específico para aplicação no toco, imediatamente após o corte da planta (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

O herbicida glyphosate também é utilizado em pastagens (VICTORIA FILHO, 2012). Por não ser seletivo a gramíneas, sua aplicação é realizada nas reboleiras de plantas daninhas, ou durante o pré-plantio (AMARANTE JÚNIOR; SANTOS, 2002).

O herbicida aminocyclopyrachlor (ácido 6-amino-5-chloro-2-cyclopropyrimidine-4-carboxílico) possui como mecanismo de ação a mimetização de auxina e pertence ao grupo químico ácido carboxílico pirimidina. Esse herbicida previamente chamado de DPX MAT28 240 SL e a associação formulada de aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl, previamente chamada de DPX Q2K13 WG, pertence a Dupont do Brasil S/A e ainda está em fase experimental no Brasil.

O herbicida aminocyclopyrachlor possui um amplo espectro de controle de plantas daninhas de folhas largas, anuais e perenes, incluindo arbustos e árvores. Controla em pós-emergência e possui efeito residual no solo. Seus principais mercados são o controle de plantas daninhas em áreas não agrícolas, como beira de estradas, áreas industriais e pastagens (TURNER et al., 2008; WESTRA et al., 2008). Utilizado em associações com herbicidas inibidores da ALS (sulfoniluréias) e adjuvantes, também apresentou excelente controle de arbustos e espécies trepadeiras (TURNER et al., 2009). Outra importante característica é que este herbicida será recomendado em baixas doses e apresenta baixa periculosidade ambiental (DUPONT, 2009).

Dificuldades no controle mecânico e carência de informações relativas ao controle químico de *T. stans* justificam a necessidade de se compreender a biologia desta espécie e seu controle químico. Diante disso, analisou-se o efeito da luz e temperatura sobre a germinação como também o efeito da profundidade das sementes na emergência de *T. stans*. Além disso, foi estudada a absorção e translocação do herbicida aminocyclopyrachlor na planta, e também a suscetibilidade da espécie ao herbicida comparado com outros herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas em pastagens.

Referências

AMARANTE JUNIOR, O.P.; SANTOS, T.C. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.

BIONDI, D.; BREDOW, E.A.; LEAL, L. Influência do diâmetro de estacas no enraizamento de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunt. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 277-282, 2008.

BREDOW, E.A. **Atributos do solo em áreas de ocorrência de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex. Kunth (Bignoniaceae) no estado do Paraná**. 2007. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

BREDOW, E.A.; PEDROSA-MACEDO, J.H.; VITORINO M. D. Amarelinho *Tecoma stans* (L.) JUSS. EX KUNTH (BIGNONIACEAE): uma ornamental multiuso ou uma plástica invasora. In: PEDROSA-MACEDO, J.H.; BREDOW, E.A. **Princípios e rudimentos do controle biológico de plantas**: coletânea. Curitiba: [s.n.], 2004. cap. 5, p. 51-105.

DUPONT. **DPX-MAT28**: herbicide. (Technical Bulletin). Wilmington, 2009. Disponível em: <<https://lists.alaska.edu/pipermail/cnipm-l/attachments/20090310/f10dfb94/MAT28TechBulletin.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2012.

GRAU, H.R.; ARTURI, M.F.; BROWN, A.D.; ACEÑOLAZA, P.G. Floristic and structural patterns along a chronosequence of secondary forest succession in Argentinean subtropical montane forests. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 95, p. 161-171, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2006**: resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuário.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2012.

KRANZ, W.M.; PASSINI, T. **Amarelinho**: biologia e controle. Londrina: IAPAR, 1997. 19 p.

LORENZI, H. **Plantas ornamentais do Brasil**: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 1088 p.

_____. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e exóticas. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 640 p.

MACEDO, M.C.M.; KICHEL, A.N.; ZIMMER, A.H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 2000. 4 p. (Comunicado Técnico, 62).

MORTON, J.F. **Atlas of medicinal plants of Middle American**: Bahamas to Yucatan. Springfield: Charles C. Thomas, 1981. 1420 p.

OAKES, A.J. Herbicidal control of *Tecoma stans*(L.) Juss. ex HBK. **Turrialba**, Turrialba, v. 20, n. 4, p. 415-418, 1970.

PASSINI, T.; KRANZ, W.M. Eficácia de herbicidas no controle de amarelinho (*Tecoma stans*) em pastagem. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 190-197, 1997.

POTT, A.; POTT, V.J.; SOUZA, T.W. **Plantas daninhas de pastagem na região de Cerrados**. Campo Grande: Embrapa, 2006. 336 p.

RENÓ, L.R. **Anatomia da raiz e fenologia de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth (Bignoniaceae)**. 2002. 36 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina: IAPAR, 2011. 696 p.

TURNER, R.G.; CLAUS, J.S.; HOLLIDAY, M.J.; HIDALGO, E. Technical introduction of Dupont's new vegetation management. In: NORTH CENTRAL WEED SCIENCE SOCIETY ANNUAL MEETING, 63., 2008, Indianapolis. **Proceedings...** Las Cruces: NCWSS, 2008. p. 201.

TURNER, R.G.; PITTS, J.R.; GANSKE, D.D.; HIDALGO, E.; CLAUS, J.S. Aminocyclopyrachlor blend products for vegetation management on railroad and utility sites. In: NORTH CENTRAL WEED SCIENCE SOCIETY ANNUAL MEETING, 64., 2009, Kansas City. **Proceedings...** Las Cruces: NCWSS, 2009. p. 130.

VICTÓRIA FILHO, R. Manejo sustentável de plantas daninhas em pastagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Palestras...** Londrina: SBCPD, 2006. 1 CD-ROM.

_____. O uso dos herbicidas como ferramenta de manejo de plantas daninhas em pastagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS PLANTAS DANINHAS, 28., 2012, Campo Grande. **Palestras...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2012. p. 103-114.

WESTRA, P.; NISSEN, S.; GAINES, T.; BEKUN, B.; LINDENMAYER, B.; SHANER, D. Aminocyclopyrachlor for invasive weed management and restoration grass safety in the central great plains. In: NORTH CENTRAL WEED SCIENCE SOCIETY ANNUAL MEETING, 63., 2008, Indianapolis. **Proceedings...** Las Cruces: NCWSS, 2008. p. 203.

2 GERMINAÇÃO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA E FOTOPERÍODO, E EMERGÊNCIA INFLUENCIADA PELA PROFUNDIDADE DE SEMEADURA DE *Tecoma stans*

Resumo

O processo de germinação de sementes de plantas é regulado pelo balanço de fatores internos à própria semente, sendo influenciado por fatores ambientais externos, tais como umidade, temperatura, concentração de oxigênio, e em alguns casos pela luminosidade. A espécie *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, de nome comum amarelinho, é uma planta exótica, que foi inicialmente cultivada como ornamental no Brasil, tornando-se depois uma importante planta daninha em áreas de pastagens. Produz grande quantidade de sementes, que são facilmente dispersas pelo vento a longa distância. Além disso, propaga-se vegetativamente por pedaços de caule e raízes. O conhecimento dos fatores ambientais que podem influenciar a germinação de *T. stans* pode dar suporte a programas de manejo integrado, com o objetivo de evitar o estabelecimento da planta em áreas não infestadas. Sendo assim, avaliou-se o efeito da temperatura e luminosidade na germinação e o efeito da profundidade de semeadura na emergência de *T. stans*. Para o estudo da influência da temperatura na germinação, foram avaliados nove intervalos de temperatura entre 15,0°C e 40,0°C. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento, e 20 sementes por repetição, sendo que o experimento foi repetido duas vezes. Para avaliar a influência do fotoperíodo na germinação foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com oito repetições, e 25 sementes por repetição. Foram utilizados os seguintes tratamentos: fotoperíodo com alternância de temperatura; fotoperíodo com temperatura constante; escuro com alternância de temperatura; e escuro com temperatura constante. O fotoperíodo utilizado foi de 8h-luz e 16h-escuro e a temperatura constante foi de 25°C. Para a condição de alternância de temperatura, os tratamentos se constituíram da associação de 8h-30°C e 16h-20°C. Foram feitas avaliações diárias da germinação, calculando-se a porcentagem total e o índice de velocidade de germinação (IVG). Para estudar a influência da profundidade de semeadura na emergência, 25 sementes da espécie foram semeadas a 0, 20, 40 e 80 mm de profundidade, em vasos contendo solo peneirado. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. A emergência das plântulas foi avaliada diariamente até os 15 dias após a semeadura. Ao final desse período, calculou-se a porcentagem total de emergência para cada unidade experimental, bem como o índice de velocidade de emergência (IVE). A formação de plântulas normais e o IVG foram diferentes entre as temperaturas estudadas e maiores porcentagens de germinação foram observadas entre as temperaturas de 20,3°C e 37,5°C. As sementes são fotoblásticas neutras e a alternância de temperatura não é um requisito para a germinação das sementes. Plântulas de *T. stans* não emergiram quando as sementes foram depositadas nas profundidades de 40 e 80 mm.

Palavras-chave: Amarelinho; Fotoblastismo; Biologia; Sementes

Abstract

The process of germination of plant seeds is regulated by the balance of internal factors of the seed by itself, being influenced by external environmental factors, such as humidity, alternate temperature, oxygen concentration, and in some cases, light intensity. *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, also known as trumpet flower, it is an exotic plant, that has been cultivated as an ornamental plant in Brazil, becoming later a widespread weed in pasture. It produces a considerable amount of seeds that are wind spread, reaching long distances. Moreover, it is vegetative propagated by means of stalk and roots fractions. The knowledge of the environmental factors that influence the germination of *T. stans* seeds is useful to support integrated management programs aiming to avoid invasion of this weed to new areas. Therefore, this study analyzed the effects of alternate temperature and light intensity in the seeds germination, as well as the effect of seeding depth on the emergence. In order to study the influence of temperature nine temperature intervals were evaluated, ranging from 15.0 to 40.0°C. Randomized block design was used, with five replications, 20 seeds per replication. The experiment was performed twice. In order to evaluate light intensity on seed germination, it was used a randomized experimental design, with eight replications, and 25 seeds per replication. The treatments applied were: photoperiod with temperature alternation; photoperiod with constant temperature; dark with temperature alternation; and dark with constant temperature. The photoperiod consisted of 8 hours of light and 16 hours in the dark, and the constant temperature was 25°C. The treatments with temperature alternations were established with 8 hours at 30°C, and 16 hours at 20°C. Germination was assessed daily in order to calculate the total percentage of germination as well as the Germination Velocity Index (GVI). In order to study the influence of seeding depth in plants emergence, 25 seeds were seeded at 0, 20, 40 and 80 mm in pots with sieved soil. The experimental design was a randomized block design with four replications. Seedling emergence was checked daily until the 15th day after seeding. After that period, the total percentage of emergence was calculated for each experiment unit, as well as the Emergence Velocity Index (EVI). Formation of normal seedlings and the Germination Velocity Index were different between the temperature and higher germination percentages were observed between 20.3°C and 37.5°C. The seeds are photoblastic neutral and temperature alterations are not necessary for seeds germination. Seedlings not emerged, when seeds were deposited of 40 e 80 mm depth.

Keywords: Trumpet flower; Photoblastism; Biology; Seeds

2.1 Introdução

No Brasil as pastagens têm sido conduzidas de uma forma inadequada e isso contribui para que um porcentual elevado das áreas atinja um estágio de degradação (IBGE, 2006). A implantação seguida de um sistema de manejo inadequado permite a ocorrência de plantas daninhas em altas densidades,

constituídas principalmente por plantas daninhas da classe das dicotiledôneas arbustivas e arbóreas (VICTÓRIA FILHO, 1986).

A espécie *Tecoma stans*, conhecida popularmente como amarelinho, foi introduzida no Brasil como ornamental e tornou-se posteriormente uma importante planta daninha em pastagens cultivadas no país (LORENZI, 2008; KRANZ; PASSINI, 1997). Essa espécie produz grande quantidade de sementes, com ala membranácea (RENÓ; MOSCHETA; BRACCINI, 2007), que são disseminadas facilmente pelo vento, sendo que também se propaga vegetativamente por pedaços de caule e raiz. A planta rebrota após o corte, sendo, portanto de difícil controle mecânico (KRANS; PASSINI, 1997; POTT; POTT; SOUZA, 2006).

O processo de germinação de sementes de plantas é regulado pelo balanço de fatores internos à própria semente, sendo influenciado por fatores ambientais externos, tais como umidade, temperatura alternada, concentração de oxigênio, e em alguns casos pela luminosidade. Quando a semente de uma espécie de planta necessita da incidência de luz para germinação, esta espécie é denominada de fotoblástica positiva; quando a luz prejudica a germinação é denominada fotoblástica negativa; porém, quando a germinação ocorre tanto no escuro quanto na luz, ela é denominada fotoblástica neutra (MARCOS FILHO, 2005).

A profundidade do solo em que uma planta é capaz de germinar e originar uma plântula varia entre as espécies e apresenta importância ecológica e agrônômica (GUIMARÃES; SOUZA; PINHO, 2002). Labonia et al. (2009) observaram maior emergência de cinco espécies da família Convolvulaceae (corda-de-viola) quando as sementes foram depositadas na superfície do solo. Em trabalho realizado por Canossa et al. (2007) a emergência de plântulas de *Alternanthera tenella* foi reduzida a partir de 4 a 5 cm de profundidade, não havendo emergência a 10 cm de profundidade.

A semente pode ser considerada germinada de duas formas distintas. Do ponto de vista da fisiologia vegetal, a protrusão da raiz primária indica o final da germinação, sendo que o desenvolvimento subsequente é considerado pós-germinativo (BEWLEY; BLACK, 1994). No entanto, o conceito de germinação em tecnologia de sementes inclui o desenvolvimento da estrutura embrionária e a formação de uma plântula em que sejam evidentes todas as suas partes contribuintes (MARCOS FILHO, 2005; BRASIL, 1992).

Nos estudos relacionados com a germinação de espécies de plantas daninhas descritos na literatura são encontrados trabalhos usando tanto a protrusão da raiz primária (SOCOLOWSKI; VIEIRA; TAKAKI, 2008; CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2007; ORYOKOT et al., 1997), como também a formação de plântulas normais (WANG et al., 2009; AARESTRUP et al., 2008; ERASMO et al., 2008). Sendo assim, não há um consenso sobre qual o melhor critério a ser adotado, e se os resultados são comparáveis.

O conhecimento da influência dos fatores ambientais na germinação e emergência de *T. stans* pode servir de suporte a programas de manejo integrado, com o objetivo de evitar o estabelecimento da planta em áreas não infestadas. Diante disso, avaliou-se o efeito da temperatura e luz na germinação e o efeito da profundidade das sementes na emergência de *T. stans*.

2.2 Material e métodos

A pesquisa foi constituída de três experimentos conduzidos entre os meses de novembro 2011 e agosto 2012. As sementes foram coletadas no mês de agosto de 2011, em área de infestação natural em pastagens cultivadas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. As sementes foram previamente submetidas a testes de germinação para verificar a viabilidade. Todas as sementes foram armazenadas em saco de papel Kraft em câmara seca a 20°C e UR de 50%.

2.2.1 Influência da temperatura na germinação de *Tecoma stans*

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento. A pesquisa foi realizada em mesa termogradiente (Marca Van den Berg, tipo 890), que é um equipamento utilizado para testes simultâneos de germinação em diferentes temperaturas. Foram avaliados nove intervalos de temperatura entre 15°C e 40°C (15,1 a 17°C; 17,5 a 19,6°C; 20,3 a 22,2°C; 23,6 a 25,6°C; 26,4 a 28,5°C; 28,8 a 30,9°C; 31,7 a 33,9°C; 34,5 a 37,5°C; 37,9 a 40,9°C), sob oito horas de fotoperíodo diários.

Vinte sementes foram distribuídas sobre três folhas de papel “mata-borrão” em placa de Petri (diâmetro 8 cm) e o volume de água aplicado correspondeu a 2,3 vezes a massa do papel. O experimento foi repetido duas vezes.

Foram realizadas duas formas de avaliação. A primeira considerando germinada toda semente que apresentasse comprimento de radícula superior a 2,0 mm (VOLL et al., 2003; STECKEL et al., 2004) e a segunda pela capacidade da sementes de originar plântulas normais (BRASIL, 1992). As avaliações foram realizadas diariamente, e calculou-se a porcentagem e o índice de velocidade de germinação (IVG) da espécie, para cada repetição. O cálculo de velocidade de germinação foi baseado em Maguire (1962), eq. (1):

$$IVG = \sum \left(\frac{N}{DAI} \right) \quad (1)$$

Em que N é o número não acumulado de sementes germinadas em cada data de avaliação e DAI é o dia após a instalação do experimento. As avaliações foram realizadas até a estabilização de germinação das sementes.

Inicialmente foi verificado se os dados cumpriam os pressupostos da análise de variância (normalidade e homogeneidade de variância). Os dados de porcentagem de germinação, considerando a protrusão da raiz primária, não cumpriram os pressupostos. Portanto, estes dados foram estudados segundo análises não paramétricas com o uso da análise de variância baseada em ordens (CONOVER, 1999), usando o Proc Rank do SAS (SAS, 2009). Nos dados de IVG e porcentagem de germinação, considerando a formação de plântulas normais, foram empregadas transformações Box-Cox (BOX; COX, 1964). Em seguida foi realizada análise de variância com aplicação do teste F e se significativo, foi realizado teste Tukey a 5% de probabilidade.

2.2.2 Influência da luz na germinação de *Tecoma stans*

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. A pesquisa foi realizada no mês de novembro de 2011. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito repetições por

tratamento e 25 sementes por repetição. Foram utilizados os seguintes tratamentos: fotoperíodo com alternância de temperatura; fotoperíodo com temperatura constante; escuro com alternância de temperatura; e escuro com temperatura constante. O fotoperíodo utilizado foi de 8h-luz e 16h-escuro. A temperatura constante foi de 25°C e, para a condição de alternância de temperatura, os tratamentos constituíram-se da associação de 8h-30°C e 16h-20°C, coincidindo com os períodos de luz e escuro respectivamente.

As parcelas foram constituídas de caixas plásticas transparentes (0,11 x 0,11 x 0,03 m) com duas folhas de papel mata-borrão (0,105 x 0,105 m). O volume de água aplicado correspondeu a duas vezes e meia a massa total do papel. A condição de escuro contínuo foi obtida utilizando caixas plásticas pretas e as avaliações foram realizadas com utilização de luz verde de segurança.

As avaliações de germinação foram realizadas considerando como germinada toda semente que apresentasse comprimento de radícula superior a 2,0 mm (VOLL et al., 2003; STECKEL et al., 2004) e pela capacidade da semente originar uma plântula normal (BRASIL, 1992). As avaliações foram realizadas diariamente até a estabilização da germinação das sementes. Em seguida, calculou-se a porcentagem e o índice de velocidade de germinação (IVG) da espécie, para cada repetição. O cálculo de velocidade de germinação foi baseado em Maguire (1962).

Os dados de porcentagem de germinação, considerando a protrusão da raiz primária, não cumpriram os pressupostos da análise de variância (normalidade e homogeneidade de variância), portanto foram realizadas análises não paramétricas com o uso da análise de variância baseada em ordens (CONOVER, 1999) usando o Proc Rank do SAS (SAS, 2009). Os dados de porcentagem de germinação, considerando a formação de plântulas normais, e IVG de acordo com a protrusão da raiz primária foram transformados empregando Box-Cox (BOX; COX, 1964). Em seguida foi realizada análise de variância com aplicação do teste F. Sendo significativo, foi realizado teste Tukey a 5% de probabilidade.

2.2.3 Emergência de *Tecoma stans* de acordo com a profundidade das sementes no perfil do solo

A pesquisa foi conduzida em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade

de São Paulo, Piracicaba-SP (Latitude: 22° 42' 32" S, Longitude: 47° 37' 43" O e 550 m de altitude).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram consideradas as profundidades de semeadura 0, 20, 40 e 80 mm. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com 190 mm de diâmetro, 150 mm de altura e capacidade para 2,8 litros.

A semeadura foi realizada distribuindo-se 25 sementes por vaso nas profundidades desejadas e cobrindo-as com solo até altura pré-delimitada, constante para todas as parcelas. O solo utilizado, classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférico, foi coletado em área experimental pertencente a ESALQ/USP, sendo peneirado para a retirada de torrões. As características químicas e físicas do solo estão apresentadas nas Tabelas 2.1 e 2.2, respectivamente.

Tabela 2.1 – Propriedades químicas do solo usado no experimento, Piracicaba, SP

Profundidades (cm)	pH KCl	MO g/kg	P m.kg ⁻¹	K	Ca	Mg Mmolc kg ⁻¹	SB	CTC	V %
0-10	5,0	20	1	3,2	27	11	41,3	63,4	65
10-20	5,1	24	2	4,3	32	14	50,5	81,5	62

Tabela 2.2 – Propriedades físicas do solo utilizado no experimento (%), Piracicaba, SP

Profundidades (cm)	Areia	Silte	Argila	Classe textural	Origem
0-10	32,8	14,3	52,9	Argiloso	Piracicaba, SP
10-20	35,0	12,5	52,6		

O fundo dos vasos foi vedado com papel-filtro para evitar a perda de solo, o que poderia proporcionar heterogeneidade às parcelas. Cada vaso foi alocado sobre um vasilhame plástico de maior diâmetro e sem orifícios, visando a manutenção do regime hídrico das parcelas. O solo foi inicialmente irrigado até a saturação e posteriormente sua umidade foi controlada diariamente, repondo-se a água nos vasilhames sempre que necessário.

A emergência das plântulas foi verificada diariamente até 15 dias após a semeadura. Ao final desse período, calculou-se a porcentagem total de emergência para cada unidade experimental, bem como o índice de velocidade de emergência (IVE), adaptado de Maguire (1962).

Os resultados foram submetidos à análise da variância com aplicação do teste F e os tratamentos foram comparados usando o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Influência da temperatura na germinação de *Tecoma stans*

As temperaturas estudadas não influenciaram a porcentagem de germinação quando analisada a protrusão da raiz primária (Tabela 2.3). A espécie *Tabebuia rosea*, outra Bignoniaceae, apresentou comportamento semelhante, não apresentando diferença significativa entre as porcentagens de sementes germinadas entre as temperaturas de 15°C a 40°C (SOCOLOWSKI; TAKAKI, 2007).

A porcentagem de formação de plântulas normais foi diferente entre as temperaturas estudadas, sendo que entre as temperaturas de 20,3°C e 37,5°C a porcentagem de germinação foi praticamente constante. Os intervalos de temperatura de 15,1-17,0°C e 37,9-40,9°C apresentaram porcentagens menores de 58,5 e 75,0%, respectivamente (Tabela 2.3).

Sementes de *Urena lobata*, importante planta daninha em pastagens nos Estados Unidos da América do Norte e no Brasil, apresentaram porcentagens de germinação respectivamente de 10 e 33% nas temperaturas de 15 e 40°C (WANG, et al., 2009).

Analisando a protrusão da raiz primária, os maiores índices de velocidades de germinação (IVG) foram observados entre as temperaturas de 23,6°C a 40,9°C. Quando observada a formação de plântulas normais, os maiores índices de velocidade de germinação foram obtidos apenas entre as faixas de temperaturas de 26,4°C a 37,5°C, e o menor índice foi observado no intervalo de 15,1-17,0°C (Tabela 2.3). Socolowski e Takaki (2007), em pesquisa realizada com sementes de *T. rosea*, observaram uma maior velocidade média de germinação a 35°C, embora estatisticamente semelhante com os valores obtidos nas temperaturas de 20, 25, 30 e 40°C. Os mesmos autores (2004) observaram uma maior velocidade média de germinação a 25°C com sementes de *Jacaranda mimosifolia*.

Tabela 2.3 – Germinação (G%) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Tecoma stans* em mesa termogradiente entre as temperaturas de 15 a 40°C, de acordo com a produção de plântulas normais (PN) e protrusão da raiz primária (PRP). Piracicaba, SP

Temperaturas (°C)	PN		PRP	
	%G ¹	IVG ²	%G ³	IVG
15,1 - 17,0	58,5 c	0,92 e	86,0	2,82 d
17,5 - 19,6	84,0 ab	1,79 d	97,0	4,62 c
20,3 - 22,2	93,5 a	2,74 c	97,0	6,44 b
23,6 - 25,6	94,5 a	3,39 bc	94,0	9,04 a
26,4 - 28,5	92,0 a	3,88 ab	95,0	9,51 a
28,8 - 30,9	94,5 a	3,94 ab	97,0	9,45 a
31,7 - 33,9	90,7 a	4,45 a	96,0	8,74 a
34,5 - 37,5	92,5 a	4,43 a	96,0	9,25 a
37,9 - 40,9	75,0 bc	2,84 c	91,0	8,66 a
Média	86,13	3,16	94,33	7,62
F	14,88**	69,78**	1,48 ^{ns}	148,16**
CV (%)	24,58	8,43	6,93	8,31

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹dados transformados por (x^3);

²dados transformados por ($\sqrt{x}$);

³análise de variância baseada em ordens;

**valor de F significativo a 1% de probabilidade;

^{ns}valor de F não significativo a 5% de probabilidade;

Estes resultados sugerem que a espécie *T. stans* germina dentro de um intervalo grande de temperatura, apresentando formação de plântulas normais acima de 50%, mesmo em temperaturas próximas a 15 e 40 °C, sendo que, a temperatura ótima para germinação de espécie está entre 26,4°C e 37,5°C (Tabela 2.3). De acordo com Mayer e Poljaoff-Mayber (1989) a temperatura ótima de germinação pode ser aquela em que a germinação é maior e mais rápida.

De acordo com Labouriau (1983), citado por Socolowski e Takaki (2007), na maioria dos casos a velocidade de germinação aumenta com a temperatura dentro de certo intervalo, passando a diminuir em outro, mas entre os intervalos ocorre a faixa ótima ou, em alguns casos, a temperatura ótima.

2.3.2 Influência da luz na germinação de *Tecoma stans*

As médias de porcentagem e índice de velocidade de germinação estão apresentadas na tabela 2.4. A protrusão da raiz primária foi observada na presença

e na ausência da luz, o que caracteriza essas sementes como fotoblásticas neutras (Tabela 2.4). Socolowski, Vieira e Takaki (2008) observaram que a protrusão da raiz primária de *T. stans* ocorreu na presença e ausência de luz, variando de acordo com a temperatura.

Tabela 2.4 – Germinação (G%) e Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Tecoma stans* mantidas na presença e ausência de luz, e temperatura constante (25°C) e alternada dia/noite (20 – 30°C) de acordo com a produção de plântulas normais (PN) e protrusão da raiz primária (PRP). Piracicaba, SP

Regime de luz e temperatura	PN		PRP	
	G% ¹	IVG	G% ²	IVG ³
Fotop./25° C	93,50 a	3,56 a	95,00	11,73
Fotop./20-30°C	89,00 a	2,88 b	95,50	11,50
Escuro/25° C	36,50 b	0,93 c	93,00	11,37
Escuro/20-30° C	31,50 b	0,63 c	96,50	11,25
Média	62,63	1,99	95,00	11,47
F	330,91**	175,24**	0,87 ^{ns}	0,62 ^{ns}
CV %	14,58	15,39	4,69	12,96

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{1,3}Dados transformados por (x²);

²análise de variância baseada em ordens;

**valor de F significativo a 1% de probabilidade;

^{ns}valor de F não significativo a 5% de probabilidade;

Os tratamentos realizados com fotoperíodos apresentaram maior porcentagem de formação de plântulas normais (Tabela 2.4). Isto indica que a ausência de luz pode prejudicar a formação de plântulas. Steinbauer e Grigsby (1957) afirmam que, embora a maioria das sementes germinem tanto na luz quanto no escuro, algumas vão germinar menos ou não completamente em condições totalmente privadas de luz.

Brancaion et al. (2008) obtiveram resultados semelhantes, pois apesar das sementes de *Heliocarpus popayanensis* emitirem raiz primária na ausência de luz, a porcentagem de plântulas normais dos testes conduzidos no escuro foi significativamente inferior à dos conduzidos com luz.

Por outro lado, Wang et al. (2009) não observaram diferença na formação de plântulas de *U. lobata* quando as sementes foram colocadas para germinar no claro e escuro. Resultado parecido foi obtido por Salvador et al. (2007) com espécies de *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea nil*, *Sida glaziovii* e *Brachiaria plantaginea*.

Socolowski, Vieira e Takaki (2008) observaram que a espécie *T. stans* apresentou maior porcentagem de emergência em ambiente de sol quando comparado com ambiente sombreado, confirmando seu caráter invasor.

Não foi observada diferença entre os índices de velocidade de germinação considerando a protrusão da raiz primária. Avaliando a formação de plântulas normais, maiores índices de velocidade de germinação foram observados nos tratamentos realizados na presença de luz, quando comparada com os tratamentos mantidos no escuro. Foi observado maior índice de velocidade de germinação no tratamento com fotoperíodo e temperatura constante de 25°C.

Sementes de plantas daninhas germinam na natureza na presença diária de alternâncias de temperatura, com temperaturas baixas durante a noite e altas durante o dia. Os autores Steinbauer e Grigsby (1957) afirmam que 85% das sementes das plantas daninhas germinam mais rapidamente com alternância diária de temperatura.

2.3.3 Emergência de *Tecoma stans* de acordo com a profundidade de sementes no perfil do solo

Foram observados maior porcentagem e maior índice de velocidade de emergência nas sementes depositadas na superfície (0 mm) quando comparadas com 20 mm de profundidade de semeadura (Tabela 2.5). Quando as sementes foram depositadas a 40 e 80 mm de profundidade não foi observada a emergência de plântulas. Wang et al. (2009) observaram maior taxa de emergência (84%) de *U. lobata* quando as sementes se encontravam na superfície. Os autores observaram que a taxa de surgimento das plântulas reduziu 10% a cada centímetro de profundidade no solo.

A maior porcentagem e o maior índice de velocidade de emergência observados quando as sementes foram depositadas na superfície, confirmam o caráter invasor de *T. stans* em áreas onde não ocorre o revolvimento do solo. De acordo com Mohler e Golford (1997), a maioria das sementes de plantas daninhas concentra-se na superfície do solo ou em pequenas profundidades.

Tabela 2.5 – Emergência (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de *Tecoma stans* semeadas em diferentes profundidades. Piracicaba, SP

Profundidades (mm)	% E	IVE
0	72a	2,53a
20	31b	0,81b
40 ¹	0	0
80 ²	0	0
Média	51,5	1,67
F	47,13**	875,83**
CV %	16	4,92

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade;

^{1,2}Dados do tratamento não incluídos na análise estatística;

**valor de F significativo a 1% de probabilidade.

Steinbauer e Grigsby (1957) afirmam que muitas sementes de plantas daninhas permanecem latentes quando estão abaixo da superfície do solo, mas germinam mais rapidamente quando o solo é perturbado e são trazidas para superfície, em particular durante os períodos de umidade de solo adequada.

Em camadas mais profundas do solo, luz e tamanho de sementes são geralmente fatores limitantes para a emergência (WANG et al., 2009), isto porque a penetração de luz é geralmente limitada aos primeiros milímetros abaixo da superfície do solo (WOOLLEY; STOLLER 1978).

Toledo, Kuva e Alves (1993) observaram que ocorreu a emergência de plântulas de *Xanthium strumarium* de forma praticamente constante até 8 cm de profundidade. No entanto, a emergência de plântulas quando as sementes encontravam-se em profundidades superiores a 8 cm foi significativamente inferior. Souza Filho et al. (1998) observaram que a espécie *Cassia tora* emergiu a 8 cm enquanto *U. lobata* não. Os autores atribuíram este comportamento ao menor tamanho da semente de *U. lobata*.

Quanto mais próximas da superfície do solo, as sementes ficam mais expostas à luz e as oscilações de temperatura (ROBERTS, 1981). Como visto nesta pesquisa, a alternância de temperatura e a luz não são requisitos para a germinação de sementes de *T. stans* (Tabela 2.3 e 2.4). Portanto, o que provavelmente desfavoreceu a emergência a profundidades maiores foi o tamanho das sementes.

Desta forma, operações de plantio que invertem o solo e enterram as sementes a profundidades nas quais elas são incapazes de germinar, podem ser realizadas como forma de manejo da espécie.

2.4 Conclusões

A temperatura influenciou na formação de plântulas normais, porém as temperaturas estudadas não são fatores limitantes para a germinação da espécie. As sementes são fotoblásticas neutras, entretanto a restrição de luz prejudica a formação de plântulas normais. As profundidades de semeadura de 40 e 80 mm são limitantes para a emergência da espécie, sendo que a espécie apresentou maior porcentagem de emergência quando depositadas na superfície.

Referências

AARESTRUP, J.R.; KARAM, D.; CORRÊA, E.J.A.; FERNANDES, G.W. Análise da viabilidade de sementes de *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 515-519, 2008.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. 2nd ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; RODRIGUES, R.R.; CHAMMA, H.M.P. Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 225-232, 2008.

BOX, G.E.P.; COX, D.R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society**, Coventry, v. 16, n. 2, p. 211-252, 1964.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

CANOSSA, R.S.; OLIVEIRA Jr., R.S.; CONSTANTINI, J.; BIFFE, D.F.; ALONSO, D.G.; FRANCHINI, L.H.M. Profundidade de semeadura afetando a emergência de plântulas de *Alternanthera tenella*. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.4, p. 719-725, 2007.

CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Influência da luz e da temperatura na germinação de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 527-533, 2007.

CONOVER, W.J. Some methods based on ranks. In: _____. **Practical nonparametric statistics**. New York: Wiley, 1999. chap. 5, p. 269-427.

ERASMO, E.A.; TERRA, M.A.; DOMINGOS, V.D.; MARTINS, C.C.; COSTA, N.V. Superação da dormência em sementes de *Murdannia nudiflora* (L.) Brenan. **Acta Science Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 237-277, 2008.

GUIMARAES, S.C.; SOUZA, I.F.; PINHO, E.V.R.V. Emergência de *Tridax procumbens* em função de profundidade de semeadura, do conteúdo de argila no substrato e da incidência de luz na semente. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 413-419, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2006**: resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuário.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2012.

KRANZ, W.M.; PASSINI, T. **Amarelinho**: biologia e controle. Londrina: IAPAR, 1997. 19 p.

LABONIA, V.D.S.; CARVALHO, S.J.P.; MONDO, V.H.V.; CHIOVATO, M.G.; VICTÓRIA FILHO, R. Emergência de plantas da família Convolvulaceae influenciada pela profundidade da semente no solo e cobertura com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. esp., p. 921-929, 2009.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 640p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Chicago, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. New York: Pergamon Press, 1989. 270 p.

MOHLER, C.L.; GOLFORD, A.E. Weed seedling emergence and seed survival: separating the effects of seed position and soil modification by tillage. **Weed Research**, London, v. 37, p. 147-155, 1997.

ORYOKOT, J.O.E.; MURPHY, S.D.; THOMAS, A.G.; SWANTON, C.J. Temperature- and moisture-dependent models of seed germination and shoot elongation in green and redroot pigweed (*Amaranthus powellii*, *A. retroflexus*). **Weed Science**, Lawrence, v. 45, p. 488-496, 1997.

POTT, A.; POTT, V.J.; SOUZA, T.W. **Plantas daninhas de pastagem na região de Cerrados**. Campo Grande: Embrapa, 2006. 336 p.

RENÓ, L.R.; MOSCHETA, I.S.; BRACCINI, A.L. Morfo-anatomia do fruto e semente de amarelinho (*Tecoma stans* (L.) Kunth - Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 18-30, 2007.

ROBERTS, E.H. The interaction of environmental factors controlling loss of dormancy in seeds. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 98, p. 552-555, 1981.

SALVADOR, F.L.; VICTÓRIA FILHO, R.; ALVES, A.S.R.; SIMONI, F.; SAN MARTIN, H.A.M. Efeitos da luz e da quebra de dormência na germinação de sementes de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 303-308, 2007.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT® 9.2**: user's guide. 2nd ed. Cary, 2009. Disponível em: <<http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statugmcmc/63125/PDF/default/statugmcmc.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2012.

SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germination of *Jacaranda mimosifolia* (D. Don-Bignoniaceae) seeds: effects of light, temperature and water stress. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 5, p. 785-792, 2004.

SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Tabebuia rosea* (Bertoloni) A.P. de Candolle (Bignoniaceae), uma espécie exótica com potencial invasor. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 229-238, 2007.

SOCOLOWSKI, F.; VIEIRA, D.C.M.; TAKAKI, M. Interaction of temperature and light on seed germination in *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth (Bignoniaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 51, n. 4, p. 723-730, jul./aug. 2008.

SOUZA FILHO, A.P.S.; DUTRA, S.; SILVA, M.A.M.M.; TEIXEIRA NETO, J.F. Efeitos de diferentes substratos e da profundidade de semeadura na germinação de sementes de mata-pasto e malva. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 16, n. 1, p. 67-74, 1998.

STECKEL, L.E.; SPRAGUE, C.L.; STOLLER, E.W.; WAX, L.M. Temperature effects on germination of nine *Amaranthus* species. **Weed Science**, Lawrence, v. 52, p. 217-221, 2004.

STEINBAUER, G.P.; GRIGSBY, B. Interaction of temperature, light, and moistening agent in the germination of weed seeds. **Weeds**, Lawrence, v. 5, n. 3, p. 175-182, 1957.

TOLEDO, R.E.B.; KUVA, M.A. ALVES, P.L.C.A. fatores que afetam a germinação e a emergência de *Xanthium strumarium* L.: dormência, qualidade da luz e profundidade de semeadura. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 11, n. 1/2, p.15-20,1993.

VICTÓRIA FILHO, R. Controle de plantas daninhas em pastagens. In: FARIA, A.M.P. de. (Ed.). **Pastagens na Amazônia**. Piracicaba: ESALQ, 1986. p. 71-90.

VOLL, E.; BRIGHENTI, A.M.; GAZZIERO, D.L.P.; ADEGAS, F.S. Relações entre germinação de sementes de espécies de plantas daninhas e uso da condutividade elétrica. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p.181-189, 2003.

WANG, J.; FERREL, J.; MACDONALD, G.; SELLERS, B. Factors affecting seed germination of Cadillo (*Urena lobata*). **Weed Science**, Lawrence, v. 57, n. 1, p. 31-35, 2009.

WOOLLEY, J.T.; STOLLER, E.W. Light penetration and light-induced seed germination in soil. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 61, n. 4, p. 597-600, 1978.

3 ABSORÇÃO FOLIAR E TRANSLOCAÇÃO DE AMINOCYCLOPYRACHLOR EM *Tecoma stans*

Resumo

A eficácia do herbicida no controle de plantas daninhas é afetada pela intensidade de absorção e subsequente translocação deste herbicida até o sítio de ação em concentração suficiente para causar a morte da planta. O herbicida aminocyclopyrachlor pertence ao grupo de auxinas sintéticas, possui um amplo espectro de controle de plantas daninhas de folhas largas, anuais e perenes, incluindo arbustos e árvores. Com o objetivo de entender a fisiologia desse herbicida, em plantas jovens de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, avaliou-se a absorção e translocação após sua aplicação. Cerca de dois meses após a semeadura, quando as plantas apresentavam oito folhas verdadeiras, duas folhas de cada planta foram cobertas com papel alumínio e foi realizada aplicação foliar de herbicida não radiomarcado na dose de 40,0 g i.a. ha⁻¹. As folhas foram descobertas e em seguida foram aplicadas 10 gotas de 1,0µL de solução contendo ¹⁴C-aminocyclopyrachlor em cada folha, totalizando 20 gotas por planta. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições. Nos períodos de 2, 4, 8, 12, 24, 48 e 72 horas após a aplicação as plantas foram retiradas do vaso e divididas em cinco partes (folhas tratadas, folhas acima e folhas abaixo das tratadas, caule e raízes). Cada parte foi seca e oxidada utilizando um oxidador biológico. A radioatividade foi quantificada por espectrometria de cintilação líquida. Além disso, também foram realizados estudos qualitativos de translocação com o uso de autorradiografia. Aproximadamente 20% do total de herbicida aplicado foi absorvido pelas folhas da planta. A porcentagem de translocação não ultrapassou 5% do total aplicado. Apenas 1% do total aplicado foi translocado para as raízes sendo que a maior quantidade do produto foi translocado para parte aérea da planta.

Palavras-chave: Translocação; Absorção; Amarelinho

Abstract

The herbicide efficacy on the weed control is affected by herbicide intensity of absorption and the subsequent translocation of this herbicide that may reach the site of action in order to cause the planta death. Aminocyclopyrachlor, a synthetic auxin herbicide has wide spectrum for controlling annual and perennial weed of large leaves, including bushes and trees. In order to comprehend the transport process of this herbicide, the translocation and absorption of it was assessed after applying it to trumpet flower (*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth), a widespread weed in pasture lands. Approximately two months after the seeding, when the plants had eight true leaves, two leaves of each plant were covered with aluminum foil. Afterwards, non-radiolabeled herbicide of 40,0 g i.a. ha⁻¹ was applied to the leaves. Afterwards, the leaves were uncovered and 10 drops of a 1,0µL solution with ¹⁴C-aminocyclopyrachlor were applied to each leaf. Therefore, 20 drops were applied to each plant. This experiment used a randomized experimental design with three replications. After 2, 4, 8, 12, 24, 48 and 72 hours the plants were removed from the

pots and divided in five sections (treated leaves, leaves above and below the treated ones, stalk and roots). Each part was dried and oxidized using a biological oxidizer. Radioactivity was calculated by means of liquid scintillation spectrometry. Moreover, qualitative studies of translocation were also performed by means of autoradiography. The leaves only absorbed 20% of the herbicide applied. Translocation percentage did not surpass 5% of the total amount applied. Only 1% of the herbicide amount applied was translocated to the roots. Most of the product was translocated to aboveground plants parts.

Keywords: Translocation; Absorption; Trumpet flower

3.1 Introdução

A espécie *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth foi introduzida como ornamental no Brasil, porém, tornou-se uma importante planta daninha em pastagens (LORENZI, 2008). Essa espécie é considerada de difícil controle. O controle mecânico não é eficaz, pois após o corte do tronco a planta apresenta rebrota rápida e vigorosa (PASSINI; KRANZ, 1997). Além disso, informações sobre o controle químico desta espécie são escassas. Passini e Kranz (1997) relataram sucesso no controle da planta com o uso do herbicida tebuthiuron. Oakes (1970) relatou o controle da planta após aplicações dirigidas da associação dos herbicidas 2,4-D + 2,4,5-T na base do caule da planta (OAKES, 1970).

Com exceção dos herbicidas que apresentam ação fitotóxica de contato, os demais herbicidas devem ser absorvidos e translocados para o controle eficaz de plantas daninhas (OLIVEIRA JR.; BACARIN, 2001). A absorção foliar de herbicidas é um processo complexo, envolvendo a passagem de moléculas de herbicidas da superfície externa da folha, através da cutícula, para o interior do tecido. A passagem das moléculas de herbicidas para dentro da folha é função da natureza química e física da cutícula, das propriedades dos herbicidas, da formulação do ingrediente ativo, do ambiente em que a folha desenvolveu-se e do ambiente em que ocorreu a absorção (DEVINE; DUKE; FEDTKE, 1993; VICTÓRIA FILHO, 2006).

A translocação via floema é um aspecto importante na atividade de muitos herbicidas. Aqueles aplicados nas folhas podem se translocar até as raízes, rizomas ou tubérculos de plantas daninhas perenes (DEVINE; HALL, 1990). A espécie *T. stans* possui grande capacidade de propagação por meio de raiz gemífera (RENÓ, 2002), sendo essencial que os herbicidas usados para o seu controle alcancem as raízes.

O herbicida aminocyclopyrachlor pertence ao grupo de auxinas sintéticas, tem estrutura similar de outros herbicidas do grupo das piridinas como o picloram, clopyralid e aminopyralid (SENSEMAN, 2007). Esse herbicida possui um amplo espectro de controle de plantas daninhas de folhas largas, anuais e perenes, incluindo arbustos e árvores, controla em pós-emergência e possui efeito residual no solo (TURNER et al., 2008; WESTRA et al., 2008). Esse herbicida, previamente chamado de DPX MAT28 240 SL, pertence a DuPont do Brasil S/A e está em fase de experimentação no Brasil.

O herbicida aminocyclopyrachlor pode ser absorvido pelas folhas e raízes, sendo translocado pelo xilema e floema, tendendo a se acumular nas regiões meristemáticas das plantas. Possui uma constante de dissociação ácida (pKa) de 4,65 e coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}) entre -1,12 e -2,48 quando o pH se altera de 4 para 7 (DUPONT, 2009), o que de acordo com Bromilow et al. (1990), conferem ótima mobilidade pelo floema.

O controle efetivo de plantas daninhas é afetado pela absorção e subsequente translocação do herbicida em quantidade suficiente para alcançar o local de ação onde o herbicida é fitotóxico. Entender a fisiologia do herbicida aminocyclopyrachlor em plantas de *T. stans* poderá ajudar a compreender a resposta biológica dessa planta ao herbicida no campo. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a absorção foliar e translocação ^{14}C -aminocyclopyrachlor ao longo do tempo em plantas jovens de *T. stans*.

3.2 Material e Métodos

As plantas utilizadas neste estudo foram cultivadas em casa-de-vegetação localizada no Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP (Latitude: 22° 42' 32" S, Longitude: 47° 37' 43" O e 550 m de altitude). As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Ecotoxicologia – CENA/USP, Piracicaba, SP.

Sementes de *T. stans*, coletadas em área de infestação natural localizada na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, foram semeadas em vasos plásticos com 100 mm de diâmetro e 70 mm de altura contendo solo, classificado como Argissolo Vermelho Amarelo que foi peneirado e coletado em área experimental pertencente à ESALQ/USP. O estudo foi realizado quando as

plantas apresentavam oito folhas verdadeiras, cerca de dois meses após a semeadura. As características químicas e físicas do solo utilizado estão apresentadas nas Tabelas 3.1 e 3.2, respectivamente.

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado com três repetições. Foi utilizada a dose de 40,0 g i.a. ha⁻¹ com sete tempos de avaliação (2, 4, 8, 12, 24, 48 e 72 horas após o tratamento - HAT), totalizando 21 parcelas.

A solução de herbicida radiomarcado (solução do trabalho) foi preparada através da diluição do ¹⁴C-aminocyclopyrachlor com solução comercial do herbicida (DPX MAT28 240 SL). O ¹⁴C-aminocyclopyrachlor apresentava atividade específica de 42,42 µCi/mg (1569,54 KBq/mg), atividade total de 102,23 µCi e pureza de 99,50%.

Tabela 3.1 - Propriedades químicas do solo utilizado no experimento, Piracicaba, SP

Profundidades	pH KCl	MO g/kg	P m.kg ⁻¹	K	Ca	Mg Mmolc kg ⁻¹	SB	CTC	V %
0-10	5,4	27	5	4,2	41	15	60,1	72,5	83
10-20	5,2	21	2	3,6	29	9	40,9	63,9	64

Tabela 3.2 - Propriedades físicas do solo utilizado no experimento (%). Piracicaba, SP

Profundidades	Areia	Silte	Argila	Classe textural	Origem
0 -10	63,8	8,6	27,6	Médio- argiloso	Piracicaba
10 - 20	55,1	9,7	35,2	Argiloso	

Inicialmente, o terceiro par de folhas de cada planta foi coberto com papel alumínio para a aplicação foliar do herbicida não radiomarcado (DPX MAT28 240 SL). Para esta aplicação, foi utilizado bico de pulverização tipo leque, com jato plano, modelo XR 80.02, calibrado para volume de calda correspondente a 200 L ha⁻¹.

Em seguida, as folhas com papel alumínio foram descobertas e aplicaram-se em cada uma 10 gotas de 1,0µL de solução contendo a molécula radiomarcada, totalizando 20 gotas por planta, sendo que cada planta foi tratada com 1,1 kBq. A

aplicação foi realizada com um microaplicador (Hamilton PB6000 Dispenser, Hamilton Co. EUA). Após as aplicações, os vasos foram acondicionados em casa-de-vegetação, sendo irrigados somente no solo sem contato da água com as folhas da planta.

Em cada período de avaliação, as plantas foram retiradas dos vasos e divididas em cinco partes (folhas tratadas, folhas acima das folhas tratadas, folhas abaixo das tratadas, caule e raízes). Com o objetivo de se extrair o herbicida não absorvido, as folhas tratadas com herbicida radiomarcado foram lavadas com solução contendo 1 mL de metanol 80% + 1 mL de água deionizada + surfactante não iônico (Agral 0,2% v/v). O líquido proveniente dessa lavagem foi misturado com líquido de cintilação, sendo levados para medição por espectrometria de cintilação líquida (Packard 1900 TR).

As partes das plantas foram secas separadamente por 48 horas a 50° C e em seguida foram submetidas à combustão em um oxidador biológico (OX 600 Harvey Instruments). A radioatividade foi quantificada por espectrometria de cintilação líquida. A absorção do herbicida pelas folhas foi determinada como sendo a porcentagem da radioatividade presente no interior da planta (folhas tratadas, folhas acima das folhas tratadas, folhas abaixo das tratadas, caule e raízes). A radioatividade, presente no líquido proveniente da lavagem das folhas tratadas e nos tecidos das plantas, foi medida para verificar se a soma foi próxima ao total aplicado.

Com o objetivo de descrever o padrão de absorção e translocação do herbicida, regressões lineares e não lineares foram ajustadas para a absorção e translocação nas diferentes partes da planta, seguindo os seguintes modelos, eq. (1,2,3):

$$y = a + bx \quad (1)$$

$$y = a * (1 - e^{(-bx)}) \quad (2)$$

$$y = a * (1 - e^{(-bx)})^c \quad (3)$$

onde y é a porcentagem absorvida ou translocada; a, b, c são os parâmetros ajustados da equação; e x corresponde aos períodos de coleta (HAT). Foram selecionados os modelos que cumpriam com os pressupostos da regressão (normalidade e homocedasticidade). Se dois ou mais modelos se ajustaram bem aos dados, foi escolhido o modelo com o menor Critério de Akaike ($AIC = -2\log(L) + 2p$)

(BURNHAM; ANDERSON, 2002). Foi empregado o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

Antes das plantas serem divididas em cinco partes, estudos qualitativos foram realizados com o uso de autorradiografia. As plantas utilizadas foram tratadas da mesma forma que as citadas anteriormente, porém, após as folhas tratadas com herbicida radiomarcado serem lavadas (1 mL de metanol 80% + 1 mL de água deionizada + surfactante não iônico), as plantas foram secas e prensadas e em seguida, passadas em um radio scanner (Packard-Cyclone).

3.3 Resultados e Discussão

Os dados de porcentagem de absorção, translocação total e translocação para as raízes foram melhores descritos com uma equação não linear. Por outro lado, os dados de translocação para o caule, folhas acima da folha tratada e translocação considerando toda a parte aérea (caule, folhas acima e abaixo da folha tratada) foram melhores descritas com uma equação linear, com coeficiente de determinação ajustado (R^2) de 0,99, 0,94 e 0,99, respectivamente. Essa tendência sugere que o herbicida ainda poderia ser translocado para essas áreas por um período maior de tempo.

Tabela 3.4 - Sumário do modelo de regressão de acordo com as variáveis avaliadas: absorção total, translocação total, translocação para os caules, folhas acima e abaixo das folhas tratadas, translocação para toda a parte aérea e raízes. Piracicaba, SP

Variáveis	Equação	Parâmetros da equação		
		a	b	c
Abs. total	$y = a * (1 - e^{(-bx)})$	24,15	0,02	-
Transl. total	$y = a * (1 - e^{(-bx)})$	6,02	-0,02	-
Transl. caule	$y = a + bx$	-0,08	0,04	-
Transl. folha acima ¹	$y = a + bx$	-0,05	0,02	-
Transl. folha abaixo ²	$y = a * (1 - e^{(-bx)})^c$	0,08	0,09	8,94
Transl. parte aérea	$y = a + bx$	-0,19	0,06	-
Transl. raiz	$y = a * (1 - e^{(-bx)})$	1,05	0,08	-

¹ Translocação para as folhas acima da folha tratada;

² Translocação para as folhas abaixo da folha tratada.

A máxima porcentagem de absorção de aminocyclopyrachlor foi obtida no período de coleta de 72 HAT, com aproximadamente 20% do total aplicado (Figura 3.1). Em plantas de *Cirsium arvense*, a máxima porcentagem de absorção foi observada em menor tempo (24 HAT), sendo que 57% do herbicida haviam sido absorvidos (BUKUN et al., 2010). Burke, Bell e Malone (2012), em trabalho com a espécie *Populus tremuloides*, observaram máxima absorção em 72 HAT com um total de 9,9% do total aplicado.

Figura 3.1 - Absorção e translocação total de ^{14}C -aminocyclopyrachlor (% do total aplicado) em *Tecoma stans*. As barras verticais representam o desvio padrão da média. Piracicaba, SP

A porcentagem total de aminocyclopyrachlor translocado não ultrapassou 5% em até 72 HAT (Figura 3.1). Resultado semelhante foi obtido por Bell, Burke e Prather (2010), em que a mesma molécula translocou 3,6% em plantas de *Chondrilla juncea* em 72 HAT.

A translocação de um herbicida específico pode variar entre as espécies. Isto pode ocorrer devido a diferenças no metabolismo do herbicida na planta (BROMILLOW et al., 1990). Essa diferença no metabolismo pode ser explicada por diferenças anatômicas ou fisiológicas entre as espécies (OLIVEIRA JR.; BACARIN, 2011).

Burke, Bell e Malone (2012) observaram que 2% de aminocyclopyrachlor foi translocado em plantas de *P. tremuloides* em 72 HAT. Mendonça et al. (2011) em plantas de *Memora peregrina*, outra Bignoniaceae, obtiveram translocação de apenas 1,56% de 2,4-D.

Pesquisas preliminares conduzidas em condições de campo demonstraram que o herbicida contendo aminocyclopyrachlor controla de forma eficaz a espécie *T. stans*, portanto a quantidade absorvida e translocada foram suficientes para atingir o sítio-alvo. Em trabalho realizado por Bell, Burke e Prather (2011) a espécie *Chondrilla juncea*, menos sensível ao herbicida, apresentou porcentagem de absorção de 64,1% e translocação máxima de 8,6% em 24 HAT. Enquanto que *Lactuca serriola*, considerada mais sensível ao herbicida, apresentou apenas 5% de absorção e 1% de translocação em 72 HAT.

Pode-se observar, portanto, que nem sempre uma maior eficácia do herbicida está associada a maiores porcentagens de absorção e translocação. Bukun et al., (2009), em trabalho com outros herbicidas auxínicos, observaram que o herbicida aminopyralid, mesmo sendo mais eficiente em baixas doses, foi menos absorvido e translocado que o herbicida clopyralid em plantas de *C. arvense*.

Figura 3.2 - Translocação de ^{14}C -aminocyclopyrachlor para os caules e folhas abaixo e acima da folha tratada em *Tecoma stans*. As barras verticais representam o desvio padrão da média. Piracicaba, SP

Foi observada translocação para as folhas acima das folhas tratadas, indicando que o herbicida pode se movimentar pelo xilema (Figura 3.2). Na figura 3.3 podem-se observar os sintomas causados por aminocyclopyrachlor nas folhas acima das folhas tratadas em 24 HAT. Pode-se observar também que ocorreu uma estabilização da translocação do herbicida para as folhas abaixo da folha tratada e raízes, enquanto que este comportamento não foi observado para o caule e folhas acima da folha tratada (Figura 3.2 e 3.4).

Figura 3.3 - Detalhe dos sintomas causados por aminocyclopyrachlor em plantas de *Tecoma stans* em 24 HAT. Piracicaba, SP

A porcentagem de aminocyclopyrachlor translocado para as raízes foi de aproximadamente 1% em 72 HAT (Figura 3.4). Quantidade semelhante de herbicida (1,3%) foi translocado para raízes de *Chondrilla juncea* em 72 HAT (BELL; BURKE; PRATHER, 2011). Lym (1992) observou translocação de 2% de fluroxypyr para as raízes *Euphorbia esula*.

A soma das porcentagens de translocação para toda a parte aérea da planta (caule, folha acima e abaixo da folha tratada) foi maior (4,23%) do que a porcentagem translocada para as raízes (1%), com 72 HAT. Do mesmo modo, Bell, Burke e Prather (2011) observaram maior translocação do herbicida para a parte aérea das plantas de *Centaurea solstitialis*, *L. serriola* e *Chondrilla juncea*.

Em plantas de *C. arvensis* também foi observada menor translocação de aminocyclopyrachlor para os tecidos abaixo do solo. Os autores atribuíram este comportamento à baixa mobilidade no floema ou ao estágio de crescimento das plantas utilizadas no estudo (BUKUN et al., 2010).

Lindenmayer et al. (2012) observaram uma distribuição praticamente igual de aminocyclopyrachlor entre as folhas tratadas, tecidos acima do solo e tecidos abaixo do solo com as porcentagens de 13, 14 e 14%, respectivamente, em plantas de *Convolvulus arvensis* com 192 HAT.

Figura 3.4 - Translocação de ^{14}C -aminocyclopyrachlor para a parte aérea e raízes de *Tecoma stans*. As barras verticais representam o desvio padrão da média. Piracicaba, SP

Os estudos de autorradiografia de translocação do herbicida nas plantas ilustram os resultados obtidos nesta pesquisa (Figura 3.5). No período de coleta de 2 HAT e 4 HAT, o produto radiomarcado havia translocado apenas para o pecíolo das folhas tratadas e ainda não havia se espalhado por toda a folha. Em 8 HAT o produto já havia translocado para região do caule acima da folha tratada, caule abaixo da folha tratada e raízes, indicando movimentação do herbicida pelo floema e xilema. A partir de 24 HAT foi observado translocação para as folhas abaixo da folha tratada, sendo que neste período o herbicida já havia se espalhado por toda a folha tratada (as regiões mais escuras representam as áreas de maior radioatividade).

Figura 3.5 - Autorradiografia da translocação de ^{14}C -aminocyclopyrachlor pelos tecidos vegetais de *Tecoma stans*. A letra (a) corresponde à fotografia da planta prensada e (b) corresponde à autorradiografia da translocação da planta à esquerda. Piracicaba, SP

3.4 Conclusões

Aproximadamente 20% do total de herbicida aplicado foram absorvidos pelas folhas da planta e a porcentagem de translocação não ultrapassou 5% do total aplicado em 72 HAT. Maior porcentagem de translocação foi observada para os tecidos acima do nível do solo.

Referências

BELL, J.L.; BURKE, I.C.; PRATHER, T.S. Uptake, translocation and metabolism of aminocyclopyrachlor in prickly lettuce, rush skeletonweed and yellow starthistle. **Pest Management Science**, London, v. 67, n. 10, p. 1338-1348, 2011.

BROMILLOW, R.B.; CHAMBERLAIN, K.; EVANS, A.A. Physicochemical aspects of phloem translocation of herbicides. **Weed Science**, Lawrence, v. 38, n. 3, p. 305-314, 1990.

BUKUN, B.; GAINES, T.A.; NISSEN, S.J.; WESTRA, P.; BRUNK, G.; SHANER, D.L.; SLEUGH, B.B.; PETTERSON, V.F. Aminopyralid and clopyralid absorption and translocation in Canada thistle (*Cirsium arvense*). **Weed Science**, Lawrence, v. 57, p. 10-15, 2009.

BUKUN, B.; LINDENMAYER, R.B.; NISSEN, S.J.; WESTRA, P.; SHANER, D.L.; BRUNK, G. Absorption and translocation of aminocyclopyrachlor and aminocyclopyrachlor-methyl ester in Canada Thistle (*Cirsium arvense*). **Weed Science**, Lawrence, v. 58, p. 96-102, 2010.

BURKE, I.C.; BELL, J.L.; MALONE, H.C. **Absorption and translocation of aminocyclopyrachlor in foliar and basal applications**. Disponível em: <<http://wssaabstracts.com/public/4/abstract-118.html>>. Acesso em: 30 set. 2012.

BURNHAM, K.P.; ANDERSON, D.R. Information and likelihood theory: a basis for model selection and inference. In: _____. **Model selection and multi-model inference: a practical information: theoretic approach**. 2nd ed. New York: Springer, 2002. chap. 2, p. 49-97.

DEVINE, M.D.; HALL, L.M. Implications of sucrose transport in membranes for the translocation of herbicides. **Weed Science**, Lawrence, v. 38, p. 299-304, 1990.

DEVINE, M.D.; DUKE, S.O.; FEDTKE, C. Foliar absorption of herbicides. In: _____ (Ed.). **Physiology of herbicides action**. New Jersey: Englewood Cliffs, 1993. chap. 11, p. 29-52.

DUPONT. **DPX-MAT28**: herbicide. (Technical Bulletin). Wilmington, 2009. Disponível em: <<https://lists.alaska.edu/pipermail/cnipm-l/attachments/20090310/f10dfb94/MAT28TechBulletin.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2012.

LINDENMAYER, R.B.; NISSEN, S.J.; WESTRA, P.; SHANER, D. Aminocyclopyrachlor absorption, translocation and metabolism in field bindweed (*Convolvulus arvensis*). **Weed Science**, Lawrence, 2012. In press.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 640 p.

LYM, R.G. Fluroxypyr absorption and translocation in leafy spurge (*Euphorbia esula*). **Weed Science**, Lawrence, v. 40, n. 1, p. 101-105, 1992.

MENDONÇA, C.G.; TORNISIELO, V.L.; VICTÓRIA FILHO, R.; SOUZA, A.L. Absorption and translocation of 2,4-D in plants of *Memora peregrina*. **Journal of Environmental Science and Health: Part B**, Oxford, v. 40, n. 1, p.137-143, 2011.

OAKES, A. J. Herbicidal control of *Tecoma stans* (L.) Juss. ex HBK. **Turrialba**, Turrialba, v. 20, n. 4, p. 415-418, 1970.

OLIVEIRA JR., R.S.; BACARIN, M.A. Absorção e translocação de herbicidas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 261-290.

PASSINI, T.; KRANZ, W.M. Eficácia de herbicidas no controle de amarelinho (*Tecoma stans*) em pastagem. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 190-197, 1997.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 12 set. 2012.

RENÓ, L.R. **Anatomia da raiz e fenologia de *Tecoma stans* (L.) Kunth (Bignoniaceae)**. 2002. 36 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.

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

TURNER, R.G.; CLAUS, J.S.; HOLLIDAY, M.J.; HIDALGO, E. Technical introduction of Dupont's new vegetation management. In: NORTH CENTRAL WEED SCIENCE SOCIETY ANNUAL MEETING, 63., 2008, Indianapolis. **Proceedings...** Las Cruces: NCWSS, 2008. p. 201.

TURNER, R.G.; PITTS, J.R.; GANSKE, D.D.; HIDALGO, E.; CLAUS, J.S. Aminocyclopyrachlor blend products for vegetation management on railroad and utility sites. In: NORTH CENTRAL WEED SCIENCE SOCIETY ANNUAL MEETING, 63., 2008, Indianapolis. **Proceedings...** Las Cruces: NCWSS, 2008. p. 130.

WESTRA, P.; NISSEN, S.; GAINES, T.; BEKUN, B.; LINDENMAYER, B.; SHANER, D. Aminocyclopyrachlor for invasive weed management and restoration grass safety in the central great plains. In: NORTH CENTRAL WEED SCIENCE SOCIETY ANNUAL MEETING, 63., 2008, Indianapolis. **Proceedings...** Las Cruces: NCWSS, 2008. p. 203.

4 SUSCETIBILIDADE DE *Tecoma stans* AO HERBICIDA AMINOCYCLOPYRACHLOR

Resumo

A espécie *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth não é nativa do Brasil. Foi utilizada durante muitos anos como planta ornamental, contudo tornou-se uma importante planta daninha em pastagens. Essa planta é considerada de difícil controle, pois seu controle mecânico não é eficaz. Além disso, há poucas informações sobre seu controle químico na literatura. Visando encontrar uma alternativa de controle químico de *T. stans*, foram avaliados os herbicidas aminocyclopyrachlor e picloram em aplicação no toco e a associação de herbicida formulado de aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl e o herbicida glyphosate, como padrão de comparação, em aplicação foliar. O delineamento experimental utilizado em todos os experimentos foi de blocos ao acaso, com quatro repetições e duas plantas por repetição. No experimento em que foi realizada aplicação no toco foram avaliadas doses crescentes de aminocyclopyrachlor, uma dose de picloram e um tratamento roçado, sem aplicação de herbicida. Foi avaliado o controle das plantas aos 19, 51, 83, 110 e 198 dias após a aplicação dos herbicidas. Aplicações foliares foram realizadas nos anos de 2011 e 2012. Nas duas épocas foram aplicadas doses crescentes de aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl, e em 2012 foram adicionados tratamentos com o herbicida glyphosate. Foram avaliados a desfolha e o controle das plantas aos 41, 80, 119, 167 e 216 dias após a aplicação em 2011, enquanto que em 2012, as avaliações foram realizadas aos 28, 60, 92, 119 e 207 dias após a aplicação. O herbicida aminocyclopyrachlor controlou 100% das plantas após aplicação no toco. Aplicações foliares de aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl a partir da dose de 40 + 13 g i.a/ 100 L e as doses testadas de glyphosate foram eficazes no controle de *T. stans*.

Palavras-chave: Amarelinho; Suscetibilidade; Herbicidas

Abstract

Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth is not a Brazilian native plant. It has been used for several years as an ornamental plant, however, has turned into a widespread weed in pasture lands. This plant is difficult to control, since mechanical control is inefficient. Moreover, there is not enough information regarding its control in specialized literature. In order to find a chemical alternative to control *T. stans*, this study analyzed the effects of aminocyclopyrachlor and picloram herbicides in the cut-stump applications. Also a formulated mixture of aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl and glyphosate herbicide, as standard treatment, in foliar application. The experimental design used in all the experiments were of randomized blocks with four replications assessed and two plants for each replication. In the cut-stump experiment was assessed increasing dosages of aminocyclopyrachlor, a dosage of picloram and a cut-stump procedure with no herbicide applied. Was assessed the plant 19, 51, 83, 110 and 198 days after the herbicides application. Foliar applications were performed in 2011 and 2012. In 2011 as well as in 2012 increasing

dosages of aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl were applied and in 2012 glyphosate treatments were added. Defoliation and plant control were performed 41, 80, 119, 176 and 216 days after the application in 2011. In 2012 the assessments were performed 28, 60, 92, 119 and 207 days after the application. Aminocyclopyrachlor herbicide controlled 100% of the plants after it was applied. Rates from 40 + 13 g i.a./100 L of aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl mixture by means of foliar application and tested rates of glyphosate were efficient to control *T. stans*.

Keywords: Trumped flower; Susceptibility; Herbicides

4.1 Introdução

A área de pastagem ocupa 172,3 milhões de hectares que corresponde a 24,7% do total da área no país (IBGE, 2006) e está distribuída por mais de dois milhões de proprietários rurais (DUTRA, 2005). No Brasil Central estima-se que 80% dos 50 a 60 milhões de hectares de pastagens cultivadas apresentam algum grau de degradação (MACEDO; KICHEL; ZIMMER, 2000).

A implantação da pastagem e o sistema de manejo utilizado de forma inadequada levam à ocorrência de plantas daninhas. As plantas daninhas que ocorrem em pastagens naturais ou cultivadas devem ser manejadas, pois além de interferir na produção da espécie forrageira, pode apresentar outros danos como a competição por luz e nutrientes, ferimentos nos animais, toxidade aos animais, entre outros (VICTÓRIA FILHO, 2006).

Os herbicidas representam uma importante ferramenta para o controle de plantas daninhas em pastagens, podendo ser aplicados à folhagem, no toco, no tronco ou no solo (VICTÓRIA FILHO, 2012).

A aplicação foliar é o método mais comumente utilizado no controle de plantas daninhas em pastagens, podendo ser realizada aplicação dirigida ou em área total. A melhor época de aplicação é durante os meses úmidos e quentes, quando a planta apresenta alta atividade metabólica e o herbicida pode ser translocado para o sistema radicular. A planta deve apresentar área foliar suficiente para a absorção e translocação do herbicida (VICTÓRIA FILHO, 2012).

A aplicação de herbicidas no toco das plantas após o corte é recomendado para plantas que normalmente rebrotam após o corte (TU; HURD; RANDALL, 2001), são resistentes às aplicações foliares ou possuem porte muito elevado (NUNES, 2001). Nesta modalidade de aplicação, as árvores são cortadas o mais próximo

possível do solo, podendo ser utilizado foice, motosserras entre outros equipamentos para o corte (NUNES, 2001; VICTÓRIA FILHO, 2012). Os herbicidas devem ser aplicados na superfície do toco logo após o corte, para que não ocorra a suberização dos tecidos expostos (TU; HURD; RANDALL, 2001).

A espécie *Tecoma stans* foi cultivada como ornamental no Brasil por muitos anos, de onde escapou e tornou-se uma importante planta daninha em pastagens e terrenos baldios (LORENZI, 2008). Essa espécie apresenta rápida dispersão, que tem sido associada à produção de um grande número de sementes (BREDOW, 2007) e à facilidade de propagação vegetativa, sendo que pesquisas mostraram 100% de enraizamento de estacas caulinares (BIONDI; BREDOW; LEAL, 2008).

Essa espécie é considerada de difícil controle. O controle mecânico não é eficaz, pois após o corte do tronco a planta apresenta rebrota rápida e vigorosa (PASSINI; KRANZ, 1997). O controle com herbicidas torna-se uma opção, porém há poucas informações sobre o controle químico da espécie na literatura. Passini e Kranz (1997) avaliaram a eficácia dos herbicidas 2,4-D + picloram em aplicação no toco e basal e do herbicida tebuthiuron em aplicação no solo. Os autores relataram sucesso no controle da planta com o uso de tebuthiuron. Oakes (1970) não obteve sucesso com aplicações foliares dos herbicidas 2,4-D; 2,4,5-T e associação formulada. Porém, aplicação da associação de 2,4-D + 2,4,5-T diluído em óleo diesel em aplicação basal foi eficaz.

O herbicida aminocyclopyrachlor da Dupont do Brasil S/A, está em fase experimental, pertence ao grupo de auxinas sintéticas e ao grupo químico ácido carboxílico pirimidina. Possui um amplo espectro de controle de plantas daninhas de folhas largas, anuais e perenes, incluindo arbustos e árvores. Controla em pós-emergência e possui efeito residual no solo (TURNER et al., 2008; WESTRA et al., 2008). A associação formulada dos herbicidas aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl, previamente chamado de DPX-Q2K13, foi desenvolvida para controlar espécies arbustivas e ser seletivo às gramíneas desejadas (TURNER; COLBERT, 2011).

Com objetivo de verificar a melhor dose e método de aplicação, os herbicidas aminocyclopyrachlor, picloram, aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl e glyphosate foram avaliados no controle de *T. stans*, em experimentos realizados no campo nos anos de 2011 e 2012.

4.2 Material e Métodos

Os experimentos foram realizados na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP (Latitude 22° 42' 28" S, longitude 47° 37' 00" O e 558m de altitude), em área de pastagem estabelecida de capim-braquiária (*Braquiária decumbens*) com intensa infestação *T. stans* em Nitossolo Vermelho Eutroférico. As características químicas do solo utilizado estão apresentadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Propriedades químicas do solo usado no experimento, Piracicaba, SP

pH	MO	P	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
KCl	g/kg	m.kg ⁻¹			Mmolc kg ⁻¹			%
5,4	26	6	1,9	17	6	24,9	41,25	60,35

As pesquisas avaliaram duas modalidades de aplicação (foliar e no toco). Os experimentos de aplicação foliar foram conduzidos nos meses de maio a dezembro de 2011 e abril a outubro de 2012 e o experimento de aplicação no toco foi conduzido entre os meses de março a outubro de 2012. Os dados meteorológicos médios de Piracicaba, SP nos períodos estudados estão apresentados nas figuras 4.1 e 4.2.

Figura 4.1 - Médias mensais da precipitação pluvial (mm) e temperatura (°C) no período de maio a dezembro de 2011. Piracicaba, SP

Figura 4.2 - Médias mensais da precipitação pluvial (mm) e temperatura (°C) no período de março a outubro de 2012. Piracicaba, SP

4.2.1 Aplicação dos herbicidas no sistema roça/aplique (aplicação no toco)

No experimento em que se avaliou a aplicação no toco, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e duas plantas por repetição, com um total de 56 plantas no experimento. Antes do corte as plantas foram selecionadas e identificadas com uma estaca próxima a sua base, de acordo com o tratamento. As plantas selecionadas apresentavam aproximadamente 2,0m de altura e o caule principal apresentava entre 4 a 6 cm de diâmetro. Para o corte das plantas foi utilizado foice, sendo que o corte foi realizado abaixo das rebrotas, rente ao solo.

Foram avaliados os seguintes tratamentos: aminocyclopyrachlor (DPX MAT28 240 SL) nas doses de 120, 180, 240, 480, 960 g i.a/ 100 L, o que corresponde 0,25, 0,5, 0,75, 1,0 e 2,0% do produto formulado, com adição do adjuvante Assist a 2% v/v; picloram (Padron) a 720 g e.a/ 100 L que representa 3% do produto formulado, sem adição de adjuvante; e um tratamento roçado, sem aplicação de herbicida.

Imediatamente após o corte foi realizada a aplicação dos herbicidas, utilizando pulverizador costal pressurizado por CO₂, a pressão constante de 2,0 kgf cm⁻² e dosador universal de líquidos Guarany[®]. A aplicação foi realizada no dia 27/03/2012, sendo que as condições climáticas no momento da aplicação eram: temperatura de 39,3°C; umidade relativa do ar de 34%; e velocidade do vento de 1,7

Km/h. Foi padronizada a pulverização de 15 mL da solução dos produtos a cada 2 cm de diâmetro de caule.

Foram realizadas avaliações das plantas controladas (ausência de brotação) aos 19, 51, 83, 110 e 198 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas. Foi utilizada a escala de avaliação visual de Asociación Latinoamericana de Malezas - ALAM (1974), que considera o nível de 91-100% como controle excelente das plantas daninhas; 81-90%, controle muito bom; 71-80%, controle bom; 61-70%, controle suficiente; 41-60% controle regular; 0-40% nenhum controle.

4.2.2 Aplicação foliar de herbicidas

Nesta modalidade de aplicação, o delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições por tratamento e duas plantas por repetição, totalizando oito plantas por tratamento. Antes da aplicação, as plantas de *T. stans* foram selecionadas e identificadas com estacas próximas a suas bases. As plantas selecionadas, que eram oriundas de rebrota, apresentavam em média 1,5 m de altura e o caule principal, 2 a 4 cm de diâmetro.

Os experimentos foram conduzidos nos anos de 2011 e 2012 e nas duas épocas foi avaliada a associação formulada os herbicidas aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl (DPX –Q2K13 WG) que contém 395 + 126 g i.a/Kg. No ano de 2012, também foi avaliado como padrão de comparação o herbicida glyphosate (Atanor 48 SL) que contém 356 g e.a./L.

No experimento conduzido em 2011, foram avaliados os seguintes tratamentos: aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl nas doses de 40 + 13, 59 + 19, 79 + 25, 119 + 38 g i.a/ 100L, que corresponde a 0,1; 0,15; 0,2 e 0,3% do produto comercial, com adição de adjuvante Agral a 0,5% v/v; e tratamento sem aplicação de herbicida. A aplicação foi realizada no dia 13/05/2011, sendo que no momento da aplicação, a umidade relativa do ar era de 76,1%, a temperatura de 23,6°C e velocidade do vento de 9,7 Km/h. As avaliações foram realizadas aos 41, 80, 119, 167 e 216 dias após a aplicação (DAA).

Diante dos resultados obtidos em 2011, no experimento conduzido em 2012, foram incluídos tratamentos avaliando uma menor dose da associação formulada aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl e do herbicida glyphosate. Dessa forma, foram avaliados os seguintes tratamentos: aminocyclopyrachlor + metsulfuron-

methy1 nas doses de 20 + 6, 40 + 13, 59 + 19, 79 + 25, 119 + 38 g i.a/100L, que corresponde a 0,05; 0,1; 0,15; 0,2 e 0,3% do produto formulado, com adição de adjuvante Agral a 0,5 v/v; glyphosate nas doses de 1068 e 1780 g e.a/100L que corresponde 3 e 5% do produto formulado; e tratamento sem aplicação de herbicida. A aplicação foi realizada no dia 05/04/2012. No momento da aplicação, a umidade relativa do ar era de 66%, a temperatura de 26,5°C e velocidade do vento de 1,8 Km/h. As avaliações foram realizadas aos 28, 60, 92, 119 e 207 dias após a aplicação (DAA).

As aplicações foram realizadas de forma dirigida, sendo que antes da aplicação foi realizado um teste preliminar e foram aplicados 125 mL de solução do herbicida por planta. A aplicação foi realizada utilizando pulverizador costal pressurizado por CO₂, com pressão constante de 2,0 kgf cm⁻² e dosador universal de líquidos Guarany®.

Foi realizada avaliação visual da porcentagem de desfolha utilizando escala de 0% a 100%, em que 0% representa ausência de desfolha e 100% desfolha total da planta. Os dados de porcentagem de desfolha foram submetidos à análise de variância, com aplicação do teste F, a 5% de probabilidade. Além disso, foi avaliada a porcentagem de plantas controladas (ausência de brotação) utilizando escala de 0-100% (ALAM, 1974).

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Aplicação dos herbicidas no sistema roça/aplique (aplicação no toco)

Aos 19 DAA, todas as plantas do tratamento em que não se aplicou herbicida haviam rebrotado após o corte, apresentando 0% de controle. Este resultado concorda com Passini e Kranz (1997), que afirmam que a planta apresenta rebrota rápida após o corte, e que o controle mecânico desta espécie não é eficaz.

Todas as doses avaliadas do herbicida aminocyclopyrachlor apresentaram 100% de controle de *T. stans* (ausência de rebrota). Lym (2010) observou que 98% das plantas de *Elaeagnus angustifolia* rebrotaram após o corte sem aplicação de herbicida e quando aplicado o herbicida aminocyclopyrachlor a porcentagem de plantas rebrotadas foi aproximadamente zero.

Passini e Kranz (1997) observaram rebrota de *T. stans* 40 dias após a aplicação de 2,4-D + picloram diluído em água a 4%. Quando diluído em óleo, houve atraso na emissão da brotação em 20 dias. Aos 156 DAA, todas as plantas haviam rebrotado. Neste estudo a aplicação dos herbicidas ocorreu no mês de dezembro, o que pode ter favorecido a rebrota da planta devido à maior intensidade pluvial no período. Por outro lado, a aplicação de herbicida no toco pode ser realizada em todos os meses do ano, embora se obtenha melhores resultados quando a planta apresenta com boa atividade metabólica (VICTÓRIA FILHO, 2012). Edwards (2011) observou 92 % de controle de *E. angustifolia*, quando aplicou-se a dose de 2% de aminocyclopyrachlor durante o outono e 100% de controle na aplicação durante o verão. Por outro lado, foram observados 100% de controle quando se aplicou a dose de 5% durante o outono.

O tratamento em que se aplicou o herbicida picloram apresentou o controle de 88% de *T. stans* enquanto que o herbicida aminocyclopyrachlor apresentou 100% de controle, aos 198 DAA. Edwards (2011) não observou diferenças entre os tratamentos com aminocyclopyrachlor e o herbicida tryclopypyr no controle de *E. angustifolia*, 11 meses após a aplicação.

A espécie *Memora peregrina*, outra Bignoniaceae, foi controlada por aplicações no toco de picloram na concentração 2% (90%) (NUNES, 1999). Ladeira Neto et al. (2012) obtiveram controle de 80% de *Mezilaurus crassiramea* quando aplicado o herbicida picloram na dose de 2%.

4.3.2 Aplicação foliar de herbicidas

Nos experimentos conduzidos em 2011 e 2012 não houve diferença entre as médias de porcentagem de desfolha, em todas as épocas avaliadas (Tabela 4.2 e 4.3). Em 2011, quando aplicada a dose de 40 + 13 g i.a/ 100L de aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl, foi observada 79% de desfolha aos 41 DAA, sendo que aos 216 DAA a porcentagem de desfolha foi de 98 % (Tabela 4.2). Em 2012 quando aplicada a mesma dose do herbicida, obteve-se 97% de desfolha aos 28 DAA e quando aplicada menor dose (20 + 6 g i.a/ 100L) foi observada desfolha de 92% aos 28 DAA (Tabela 4.3).

As maiores porcentagens de desfolha observadas nas primeiras avaliações realizadas no ano de 2012 podem ser devidas à maior precipitação pluvial após a

aplicação do herbicida (Figura 4.2). Recomenda-se que a aplicação foliar dos herbicidas utilizados em pastagens seja realizada nos meses quentes e úmidos do ano, quando as plantas apresentam atividade metabólica intensa (VICTÓRIA FILHO, 2012).

Oakes (1970) observou que plantas de *T. stans* apresentaram desfolha entre 50% e 90% um mês após aplicações foliares dos herbicidas 2,4-D; 2,4,5-T e da associação formulada. Quando realizada aplicação sequencial desses herbicidas isolados, a porcentagem de desfolha foi de 95%.

Tabela 4.2 - Porcentagem de desfolha e controle de *Tecoma stans* após aplicação de aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl. Piracicaba, SP- 2011

Trat. ¹	Dose		% de desfolha					% Cont.
	g i.a/ 100L	% p.c.	Dias após a aplicação (DAA)					216
			41	80	119	167	216	
AMCP ⁴ + metsulfuron	40 +13	0,1	79	90	93	98	98	88
AMCP+ metsulfuron	59+19	0,15	92	99	100	100	100	100
AMCP+ metsulfuron	79+ 25	0,2	93	98	99	99	99	100
AMCP+ metsulfuron	119+38	0,3	93	94	100	100	100	100
Testemunha ²	-	-	0	0	0	0	0	0
Média	-	-	89	96	98	99	99	-
F			2,33 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,67 ^{ns}	-
CV %			2,56	2,27	1,99	2,94	2,94	-

^{ns} valor de F não significativo a 5% de probabilidade;

¹ em todos os tratamentos, exceto testemunha, foi adicionado agral 0,5% v/v;

² dados não incluídos na análise estatística.

⁴AMCP = aminocyclopyrachlor

Quando avaliada a porcentagem de plantas controladas (ausência de brotação) utilizando a escala de 0 a 100% (ALAM, 1974) observou-se que aplicação de doses a partir de 59 + 19 g i.a/ 100L de aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl controlaram 100% das plantas, enquanto que aplicação da dose de 40 + 13 g i.a/ 100L apresentou o controle de 88%, no experimento realizado em 2011. De acordo ALAM (1974) o controle entre 81-90 % é considerado muito bom (Tabela 4.2).

Tabela 4.3 - Porcentagem de desfolha e controle *Tecoma stans* após aplicação de doses crescentes de aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl e glyphosate. Piracicaba, SP - 2012

¹Trat.	% de desfolha						% Cont.	
	Dose		DAA					
	g i.a/ 100L	% p.c.	28	60	92	119	207	207
AMCP⁴ + metsulfuron	20+6	0,05	92	96	98	98	99	75
AMCP + metsulfuron	40+13	0,1	97	100	100	100	100	100
AMCP + metsulfuron	59+19	0,15	100	100	100	100	100	100
AMCP + metsulfuron	79+25	0,2	100	100	100	100	100	100
AMCP + metsulfuron	119+38	0,3	99	100	100	100	100	100
Glyphosate³	1068	3	99	100	100	100	100	100
Glyphosate³	1780	5	100	100	100	100	100	100
Testemunha²	-	-	0	0	0	0	0	0
Média			98	99	99	99	99	-
F			2,31 ^{ns}	2,87 ^{ns}	3,0 ^{ns}	2,45 ^{ns}	3,0 ^{ns}	-
CV %			0,82	0,41	1,02	0,84	0,54	-

^{ns} valor de F não significativo a 5% de probabilidade;

¹ em todos os tratamentos, exceto testemunha, foi adicionado agral 0,5% v/v;

² dados não incluídos na análise estatística;

³ valor expresso em g e.a/100 L.

⁴ AMCP = aminocyclopyrachlor

No experimento conduzido em 2012, o tratamento em que se aplicou a menor dose da aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl (20 + 6 g i.a/ 100L) controlou 63% das plantas no período compreendido entre 28 e 119 DAA. No último dia de avaliação (207 DAA), este tratamento apresentou o controle de 75% (Tabela 4.3) que apesar ser considerado um bom controle (ALAM, 1974) está abaixo de um controle aceitável na prática, que normalmente é acima de 80%. Doses a partir de 40 + 13 g i.a/ 100L controlaram 100% das plantas em todas as épocas avaliadas.

Oakes (1970) relatou que plantas de *T. stans* apresentaram 100% de rebrota, após aplicação foliar dos herbicidas 2,4-D; 2,4,5-T e a associação formulada dos

herbicidas. Quando realizada aplicação sequencial dos herbicidas isolados, a porcentagem de rebrota foi entre 79 e 83%.

Baumann e Castner (2012) observaram menor eficácia de aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl no controle de *Sapium sebiferum*. Quando foram aplicados 70 e 140 g i.a/ ha do herbicida aminocyclopyrachlor, foi observado controle de 90% das plantas, 13 meses após a aplicação. Porém quando aplicada a associação de 93,1 g i.a/ ha de aminocyclopyrachlor e 14 ou 25,7g i.a/ha de metsulfuron-methyl o controle não ultrapassou 60%.

O herbicida aminocyclopyrachlor aplicado na dose de 35 g i.a/ha proporcionou controle de 73-100% de *Gutierrezia draculoides*, *Ambrosia psilostachya* e *Vernonia baldwinii*. Quando foram adicionados 14 g i.a/ha de metsulfuron-methyl a 70 g i.a/ ha de aminocyclopyrachlor não foi observado aumento no controle dessas espécies. Por outro lado, a associação dos herbicidas aumentou o controle de *Lespedeza cuneata* comparado com a aplicação de aminocyclopyrachlor isolado. Doses altas de aminocyclopyrachlor são necessárias para controlar *Symphoricarpos orbiculatus* e *Rubus* spp, porém a associação com metsulfuron-methyl proporcionou um melhor controle destas espécies (FICK, 2010).

Aplicações foliares de aminocyclopyrachlor foram eficazes no controle de plantas jovens de *Albizia julibrissin* (KOEPE-HILL et al., 2012). Em plantas de *Cayratia japonica*, obteve-se 99% de controle 10 meses após a aplicação (WEST et al., 2011). Com a aplicação do herbicida em área onde as espécies dominantes eram *A. psilostachya*, *Ratibida columnifera*, *Connyza canadensis* obteve-se o controle de 96% (HARMONEY et al., 2012).

As plantas tratadas com o herbicida glyphosate apresentaram porcentagem de desfolha de 99,25% aos 28 DAA (Tabela 4.3) e não apresentaram rebrota até 207 DAA. Rassini e Coelho (1994) observaram controle de *Vernonia polyanthes* em aplicações foliares de 2, 3 e 4% de glyphosate. Aplicação dirigida de glyphosate controlou 78% de *Cirsium arvense* (GREKUL; COLE; BORK, 2005).

O herbicida glyphosate é recomendado principalmente em aplicação em área total na reforma de pastagens (VICTÓRIA FILHO, 2012), porém, seu uso no controle de plantas daninhas em pastagens já formadas, pode não ser recomendado, devido ao nível inaceitável de injúria nas gramíneas forrageiras após a aplicação (GRAAFF, 1986; TOTH; SMITH, 1984, citado por FERREL; SELLERS; JENNINGS, 2012). Por

outro lado, o herbicida aminocyclopyrachlor mostrou-se seguro para inúmeras espécies de gramíneas (ENLOE; DUCAR; DOROUGH, 2010; RHODES, 2010).

4.4 Conclusões

A espécie *T. stans* pode ser controlada com aplicação de aminocyclopyrachlor no toco e de aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl em aplicação foliar. Na aplicação no toco todas as doses avaliadas de aminocyclopyrachlor (120 a 960 g i.a./ 100L) foram eficazes no controle da espécie e o herbicida picloram apresentou bom controle no período avaliado. As aplicações foliares nas doses a partir de 40 + 13 g i.a/ 100L de aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl podem ser recomendadas para o manejo da espécie. O herbicida glyphosate apresentou controle excelente da *T. stans*.

Referências

ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, Bogota, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.

BAUMANN, P.A.; CASTNER, E. **Performance of aminocyclopyrachlor for pernicious weed and brush management in Texas pastures and rangeland.** Disponível em: <<http://wssaabstracts.com/public/9/abstract-318.html>>. Acesso em: 01 nov. 2012.

BIONDI, D.; BREDOW, E.A.; LEAL, L. Influência do diâmetro de estacas no enraizamento de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunt. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 277-282, 2008.

BREDOW, E.A. **Atributos do solo em áreas de ocorrência de *Tecoma stans* (L.) Juss. Ex. Kunt (Bignoniaceae) no estado do Paraná.** 2007. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

DUTRA, I.S. Sanidade permitirá que pecuária eleve rentabilidade. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 3, p. 28-31, 2005.

EDWARDS, R.J. **Control and dispersal of Russian olive (*Eleagnus angustifolia* L.)**. 2011. 117 p. Thesis (Degree of Master of Science) – Colorado State University, Fort Collins, 2011.

ENLOE, S.F.J.; DUCAR, T.; DOROUGH, D.H. Weed control with aminocyclopyrachlor in Alabama pastures. In: ANNUAL MEETING OF THE SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 63., 2010, Little Rock. **Proceedings...** Red Hook: Curran Associates, 2010. p. 162.

FERREL, J.; SELLERS, B.; JENNINGS, E. Herbicidal control of largeleaf lantana (*Lantana camara*). **Weed Technology**, Lawrence v. 26, n. 3, p. 554-558, 2012.

FICK, W.H. Rangeland use of aminocyclopyrachlor in Kansas. In: ANNUAL MEETING OF THE NORTH CENTRAL WEED SCIENCE SOCIETY, 65., 2010, Lexington. **Proceedings...** Las Cruces: NCWSS, 2010. Disponível em: <wssaabstracts.com/public/8/abstract-112.html>. Acesso em: 20 out. 2012.

FRANS, R.E.; TALBERT, R. Measuring plant responses. In: TRUELOVE, B. (Ed.). **Research methods in weed science**. 2nd ed. New York: Southern Weed Science Society, 1977. 255p.

GREKUL, C.W.; COLE, D.E.; BORK, E.W. Canada Thistle (*Cirsium arvense*) and pasture forage responses to wiping with various herbicides. **Weed Technology**, Lawrence, v. 19, n. 2, p. 298-306, 2005.

HARMONEY, K.R.; STAHLMAN, P.W.; GEIER, P.W.; RUPP, R. Effects of a new herbicide (Aminocyclopyrachlor) on buffalograss and forbs in shortgrass prairie. **Weed Technology**, Lacombe, v. 26, n. 3, p. 455-459, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2006**: resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuaria.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2012.

KOEPKE-HILL, R.M.; ARMEL, G.R.; BROSNAN, J.T.; BREEDEN, G.K.; VARGAS, J.J.; MUELLER, T.C. Control of Silk Tree (*Albizia julibrissin*) with aminocyclopyrachlor and other herbicides. **Weed Science**, Lawrence, v. 60, n. 2; p. 345-349, 2012.

LADEIRA NETO, A.; CACERES, N.T.; DALTRO, F.P.; VICTÓRIA FILHO, R. Controle de *Mezilaurus crassiramea* (cumbuca) em pastagens de *Brachiaria brizantha*. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS, 28., 2012, Campo Grande. **Anais...** Londrina: SBCPD, 2012. 1 CD-ROM.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil:** terrestres, aquáticas, parasitas e exóticas. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 640 p.

LYM, R.G. Evaluation of aminocyclopyrachlor for cattail, poison ivy, and Russian olive control. In: ANNUAL MEETING OF THE WESTERN SOCIETY OF WEED SCIENCE, 63., 2010, Waikoloa. **Proceedings...** Las Cruces: WSWS, 2010. p. 1- 2.

MACEDO, M.C.M.; KICHEL, A.N.; ZIMMER, A.H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens.** Campo Grande: EMBRAPA, NPGC, 2000. 4 p. (Comunicado Técnico, 62).

McDONALD, J.H. **Handbook of biological statistics.** 2nd ed. Baltimore: Sparky House, 2009. 319 p.

NUNES, S.G. **Ciganinha (Memora peregrina (Miers) Sandw.):** nova planta invasora de pastagem. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1999. 3 p. (Embrapa Gado de Corte. Gado de Corte Divulga, 35).

_____. **Controle de plantas invasoras em pastagens cultivadas nos cerrados.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 35 p.

OAKES, A.J. Herbicidal control of *Tecoma stans* (L.) Juss. ex HBK. **Turrialba**, Turrialba, v. 20, n. 4, p. 415-418, 1970.

PASSINI, T.; KRANZ, W.M. Eficácia de herbicidas no controle de amarelinho (*Tecoma stans*) em pastagem. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 190-197, 1997.

RASSINI, J.B.; COELHO, R.R. Controle químico de assa-peixe (*Vernonia polyanthes*) em pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 6, p. 871- 877, 1994.

RHODES, G.N. Utility of DPX MAT-28 in cool-season grass pasture weed management systems. In: ANNUAL MEETING OF THE SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 63., 2010, Little Rock. **Proceedings...** Red Hook: Curran Associates, 2010. p. 163.

TU, M.; HURD, C.; RANDALL, J.M. **Weed control methods handbook**: tools and techniques for use in natural areas. Arlington: TNC, 2001. 219 p.

TURNER, R.G.; COLBERT, S.F. Aminocyclopyrachlor herbicide mixtures for the western US vegetation management market. In: ANNUAL MEETING OF THE WESTERN SOCIETY OF WEED SCIENCE, 64., 2011, Spokane. **Proceedings...** Las Cruces: WSWs, 2011. p. 71.

TURNER, R.G.; CLAUS, J.S.; HOLLIDAY, M.J.; HIDALGO, E. Techinal introduction of Dupont's new vegetation management. In: NORTH CENTRAL WEED SCIENCE SOCIETY ANNUAL MEETING, 63., 2008, Indianapolis. **Proceedings...** Las Cruces: NCWSS, 2008. p. 201.

VICTÓRIA FILHO, R. Manejo sustentável de plantas daninhas em pastagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Palestras...** Londrina: SBCPD, 2006. 1 CD-ROM.

_____. O uso dos herbicidas como ferramenta de manejo de plantas daninhas em pastagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS PLANTAS DANINHAS, 28., 2012, Campo Grande. **Palestras...** Londrina: SBCPD, 2012. p. 103-114.

WEST, A.M.; RICHARDSON, R.J.; GARDNER, A.P.; HOYLE, S.T. Bushkiller (*Cayratia japonica*) Response to Selected Herbicides. **Invasive Plant Science and Management**, Lawrence, v. 4, n. 1, p. 73-77, 2011.

WESTRA, P.; NISSEN, S.; GAINES, T.; BEKUN, B.; LINDENMAYER, B.; SHANER, D. Aminocyclopyrachlor for invasive weed management and restoration grass safety in the central great plains. In: NORTH CENTRAL WEED SCIENCE SOCIETY ANNUAL MEETING, 63., 2008, Indianapolis. **Proceedings...** Las Cruces: NCWSS, 2008. p. 203.

5 CONCLUSÕES GERAIS

-As faixas de temperatura estudadas influenciaram a formação de plântulas normais de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, porém não são limitantes para a germinação da espécie, pois apresentaram germinação acima de 50% mesmo em temperaturas próximas a 15°C e 40°C.

-As sementes emitiram raiz primária na ausência e presença de luz. Portanto, são classificadas como fotoblásticas neutras ou não fotoblásticas. A ausência de luz prejudicou a formação de plântulas normais.

-Quando as sementes foram depositadas na superfície apresentaram maior porcentagem de emergência. As profundidades de semeadura de 40 e 80 mm foram limitantes para a emergência da espécie. Portanto, medidas que enterrem as sementes nestas profundidades podem ser recomendadas no manejo da espécie.

-Cerca de 20% do total de ^{14}C -aminocyclopyrachlor aplicado foram absorvidos pelas folhas da planta, 72 horas após a aplicação.

-A translocação do herbicida radiomarcado não ultrapassou 5% do total aplicado em 72 horas após a aplicação, sendo que maior parte do herbicida foi translocado para a parte aérea da planta (tecidos acima do solo).

-Aplicações no toco do herbicida aminocyclopyrachlor após o corte foram eficazes, sendo que a menor dose testada controlou 100% das plantas.

-Aplicações foliares do herbicida formulado contendo aminocyclopyrachlor + metsulfuron-methyl a partir da dose de 40 + 13 g i.a./ 100L foram eficazes no controle de *T. stans*.