

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO SUL DE MINAS GERAIS – CÂMPUS MACHADO**

Carlos Alberto Borges Madeira

**Suscetibilidade de plantas daninhas do gênero *Ipomoea* ao
herbicida flumioxazin**

**MACHADO
2017**

Carlos Alberto Borges Madeira

**Suscetibilidade de plantas daninhas do gênero *Ipomoea* ao
herbicida flumioxazin**

Monografia apresentada ao IFSULDEMINAS,
como parte das exigências do Curso de
Agronomia para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Saul Jorge Pinto de Carvalho

**MACHADO
2017**

Carlos Alberto Borges Madeira

**Suscetibilidade de plantas daninhas do gênero *Ipomoea* ao
herbicida flumioxazin**

Monografia apresentada ao IFSULDEMINAS, como
parte das exigências do Curso de Agronomia para
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: _____

Saul Jorge Pinto de Carvalho

Membros: _____

Vanderson Rabelo de Paula

Anderson William Dominghetti

**MACHADO - MG
2017**

DEDICATÓRIA

Dedico a minha mãe, aos meus avós, familiares, namorada, aos amigos que me apoiaram durante o período da minha graduação.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Saul Jorge Pinto de Carvalho que sempre esteve presente no desenvolvimento deste trabalho e na minha formação acadêmica.

Aos demais integrantes do GAPE Matologia do IFSULDEMINAS – Câmpus Machado, pelo constante companheirismo em nossas pesquisas.

Ao IFSULDEMINAS por ceder a estrutura para desenvolver os experimentos.

RESUMO

Espécies de um mesmo gênero de plantas podem manifestar suscetibilidade diferencial aos herbicidas com recomendação agrícola. Assim sendo, torna-se fundamental o conhecimento da relação espécie-eficácia. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a susceptibilidade de espécies de plantas daninhas do gênero *Ipomoea* ao herbicida flumioxazin. As espécies de plantas daninhas do gênero *Ipomoea* são pertencentes a família das convolvulácea e estão presentes em todo territorial brasileiro, são de difícil de controle e causam grande prejuízos nas lavouras. O flumioxazin é um herbicida seletivo, não sistêmico, para aplicação em pré e pós emergência, inibidor da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX – Grupo E), sendo uma opção para o controle de *Ipomoea*. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação do IFSULDEMINAS, Campus Machado, no primeiro semestre de 2017. Adotou-se esquema fatorial de tratamentos 8 x 4, em que 8 foram as doses do herbicida flumioxazin e quatro foram as espécies de plantas daninhas (*I. hederifolia*, *I. nil*, *I. quamoclit* e *I. triloba*). Avaliou-se o controle percentual das plantas aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA), bem como a massa seca residual aos 28 DAA. Nas doses de 3,75 e 7,5 g ha⁻¹, detectou-se menor suscetibilidade de *I. triloba*; na dose de 3,75 g ha⁻¹, o herbicida flumioxazin também promoveu menor controle de *I. nil*, sem diferença para *I. triloba*; doses iguais ou superiores a 15 g ha⁻¹ promoveram eliminação total das plantas daninhas.

Palavras-chave: Corda-de-viola; Controle químico; Eficácia; PROTOX; PPO.

ABSTRACT

Species of the same genus of plants may manifest differential susceptibility to herbicides with agricultural recommendation. Thus, the knowledge of the species-effectiveness relationship is fundamental. This work was developed with the objective of evaluating the susceptibility of *Ipomoea* genus weed species to the herbicide flumioxazin. Species of *Ipomoea* genus belong to the convolvulaceae family and are present in all Brazilian territory. They are considered hard to kill weeds and cause great damages in the crops. Flumioxazin is a selective, non - systemic herbicide for pre - and post - emergence application for the control of weeds by inhibiting protoporphyrinogen oxidase (PROTOX - Group E), being an option to control *Ipomoea* species. The experiment was carried in the greenhouse of IFSULDEMINAS, Campus Machado, in the first semester of 2017. A factorial scheme of 8 x 4 treatments was adopted, that 8 were the rates of the flumioxazin herbicide and four were the weed species (*I. hederifolia*, *I. nil*, *I. quamoclit* and *I. triloba*). Percentage control of the plants at 7, 14, 21 and 28 days after application (DAA), as well as the residual dry mass at 28 DAA were evaluated. At the rates of 3.75 and 7.5 g ha⁻¹, lower susceptibility of *I. triloba* was detected; at the rate of 3.75 g ha⁻¹, flumioxazin also resulted in lower control of *I. nil*, without difference to *I. triloba*; rates equal to or above 15 g ha⁻¹ promoted complete elimination of weeds.

Keywords: Morning glory; Chemical control; Efficacy; PROTOX; PPO.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1. Controle químico de plantas daninhas	11
2.2. Corda-de-viola	12
2.3. Herbicidas inibidores da PROTOX	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5. CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

Considerando um agro-ecossistema, as plantas daninhas são um dos principais componentes bióticos com capacidade de interferir nas culturas implantadas com interesses econômicos. Assim sendo, podem ocasionar efeitos negativos, quantitativos e qualitativos, quando se pensa em alta produção agrícola, levando a prejuízos como perdas de produção, baixo rendimento operacional e grande investimento para manutenção das lavouras.

Acredita-se que, no Brasil, a interferência das plantas daninhas sobre as culturas agrícolas seja responsável por perdas, em média, na ordem de 20 a 30% na produtividade (LORENZI, 2006). Os prejuízos causados por estas não se aplicam somente à competição por luz e nutrientes, mas sim a um conjunto resultante das pressões ambientais, podendo ser de efeito direto, como a própria alelopatia, ou indireto, como alojamento de insetos, doenças, interferências na colheita e outros (VASCONCELOS, SILVA e LIMA, 2012).

Dentre as plantas daninhas comumente encontradas nos agro-ecossistemas, pode-se destacar as cordas-de-viola, classificadas na família Convolvulaceae. As plantas daninhas da família Convolvulaceae pertencem a ordem Solanales, as espécies desta família são frequentemente reconhecidas pelas suas flores em forma de cone e por seu hábito trepador, porém sem gavinhas. O maior gênero botânico da família Convolvulaceae é *Ipomoea* L. com mais de 500 espécies. As espécies de *Ipomoea* são plantas arbustivas, anuais ou perenes, que ocorrem nas regiões tropicais e subtropicais sendo presente em todo território nacional e causando muito prejuízo.

A corda-de-viola (*Ipomoea* spp. L.) vêm causando prejuízos significativos em lavouras em toda Brasil devido às dificuldades de seu controle, seja pela similaridade com a cultura, ou pela tolerância natural destas espécies aos herbicidas.

Na agricultura moderna, o controle de plantas daninhas é feito basicamente por meio da aplicação de herbicidas, que são produtos químicos capazes de alterar o metabolismo de espécies vegetais de forma a causar a sua morte. A adoção de herbicidas se popularizou devido à redução dos custos, elevada capacidade operacional, eficácia comprovada sobre diversas espécies de plantas daninhas, ação rápida e redução da necessidade de mão-de-obra.

Dentre os herbicidas registrados no Brasil, destaca-se o flumioxazin. Trata-se de um herbicida do grupo químico ciclo hexenodicarboximida, que inibe a protoporfirinogênio

oxidase (PROTOX – Grupo E), que é a última enzima comum das rotas de síntese do grupo heme e da clorofila (HAO et al., 2011), podendo ser chamada também de rota de síntese de porfirinas ou de tetrapirroles (MEROTTO JÚNIOR; VIDAL, 2001).

Atualmente, no Brasil, existem nove moléculas herbicidas classificadas no GRUPO E registradas para o controle de plantas daninhas em culturas agrícolas, principalmente para espécies dicotiledôneas (CARVALHO; GONÇALVES NETTO, 2016).

Esses herbicidas possuem vantagens para uso agrícola como, baixa toxicidade a mamíferos, eficácia em baixas concentrações, amplo espectro de controle, ação rápida sobre as plantas daninhas e possibilidade de efeito residual no solo para controle de plantas daninhas em condição de pré-emergência. Além de provocar menor seleção de resistência de plantas daninhas, quando comparado a outros mecanismos de ação (HAO et al., 2011; SALAS et al., 2016).

Para tanto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a suscetibilidade de diferentes espécies de plantas daninhas do gênero *Ipomoea* ao herbicida flumioxazin.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Controle químico de plantas daninhas

As plantas daninhas podem interferir negativamente na lavoura em diversos fatores, sendo um deles a produtividade da cultura, o que leva às grandes preocupações pelo prejuízo que elas podem causar (VASCONCELOS, SILVA e LIMA, 2012), essa diminuição da produtividade causada pela competição das plantas daninhas com a cultura pode chegar a 85% (CARVALHO et al., 2007) ou até a perda total da lavoura (FONTES et al., 2003).

Segundo Carvalho e colaboradores (2007) as perdas de produtividades ocorrem principalmente em função de inadequados métodos de controle. De acordo com Vargas, Peixoto e Roman (2006) para diminuição das perdas de produtividades e melhor controle de plantas daninhas, se faz necessário conhecer as espécies, período de competição, o clima da região, e as condições do solo.

O conjunto dos diferentes efeitos negativos que as plantas daninhas causam sobre as culturas é denominado interferência, podendo ser dividido em interferências diretas (alelopatia, competição, problemas na colheita e redução de produtividade) ou indiretas (hospedando pragas, doenças e nematoides, aumento dos custos de produção, redução da qualidade do produto colhido e aumentos no teor de umidade dos grãos) (PITELLI, 1985; LORENZI, 2000).

Nos dias atuais, o método mais utilizado para o manejo e controle de plantas daninhas é o controle químico, por proporcionar menores gastos com mão de obra, maior eficiência de controle, facilidade de aplicação e menor tempo de operação (DAN et al., 2010; RODRIGUES et al., 2012).

Estes produtos químicos possuem capacidade de interferir nos processos bioquímicos e fisiológicos das plantas, podendo matar ou retardar significativamente o crescimento das plantas daninhas (CONSTANTIN, 2001). Com a utilização desses produtos, ocorre a eliminação ou diminuição da competição causadas pelas plantas daninhas, o que pode proporcionar a redução da quantidade de fertilizantes e irrigação (ZIMDAHL, 2007).

No entanto, o uso repetitivo de um herbicida ou de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação exerce alta pressão de seleção, o que reduz ou elimina indivíduos suscetíveis (S) e acaba

por aumentar o número de indivíduos tolerantes e a manifestação de biótipos resistentes (R) que, provavelmente, já existiam na população, mas em frequência mais baixa (CHRISTOFFOLETI e LOPEZ-OVEJERO, 2008).

De acordo com Christoffoleti e Lopez-Ovejero (2008), o desenvolvimento de resistência de plantas daninhas aos herbicidas é influenciado por fatores genéticos, como a frequência inicial do alelo resistente e a dominância do gene determinante da resistência; por fatores biológicos, que incluem produção de sementes, ciclo de vida; e por fatores agrônômicos, como o período residual dos herbicidas, frequência de uso, dose utilizada e a eficiência de controle.

Segundo Vidal e Winkler (2010) a utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, realização de aplicações sequenciais, uso de misturas de herbicidas com diferentes mecanismos de ação e a adoção do sistema de plantio direto, trazendo com ele, os benefícios das plantas de cobertura, da palhada e da rotação de culturas são estratégias de manejo para evitar a resistência de plantas daninhas.

As diferentes formulações e as concentrações dos herbicidas utilizados também podem influenciar na velocidade de absorção e de translocação do ingrediente ativo, assim como na eficiência de controle das espécies de plantas daninhas (BASTIANI et al., 2000; MARTINI, PEDRINHO JUNIOR e DURIGAN, 2003; MONQUERO e SILVA, 2007)

2.2. Corda-de-Viola

A família Convolvulácea compreende 55 gêneros e 1930 espécies (JUDD et al., 2009) está representada, no Brasil, por 20 gêneros e aproximadamente 350 espécies (SIMÃO BIANCHINI e PIRANI, 2005). O gênero *Ipomoea*, pertencente a família Convolvulaceae, possui o maior número de espécies, cerca de 700 espécies catalogadas (AUSTIN e CAVALCANTE, 1982).

Dentre as espécies do gênero *Ipomoea*, existem diversas plantas que são importantes infestantes de culturas anuais e perenes, destacando-se a *Ipomoea hederifolia*, *I. quamoclit*, *I. purpurea*, *I. grandifolia* e *I. nil*, denominadas popularmente por cordas-de-viola (KISSMANN e GROTH, 1999).

A reprodução destas espécies ocorre por meio de suas sementes, que normalmente após a maturação têm pronta viabilidade (KISSMANN e GROTH, 1999). O formato de suas sementes depende do número de sementes no fruto, normalmente são ovóide-cuneiformes com

3,0 a 4,1 mm de comprimento por 2,5 a 3,2 mm de largura e cerca de 2,0 mm de espessura (KISSMANN e GROTH, 1999).

Há diferentes fluxos de germinação durante a primavera e o verão, devido à sua dormência (AZANIA et al., 2009), que é do tipo física, causada pela impermeabilidade do tegumento à água (CHANDLER, MUNSON e VAUGHAN, 1977).

Segundo Aquila e Ferreira (1984), o conhecimento da interação dos fatores que alteram o processo de germinação das sementes de plantas daninhas auxilia na compreensão da dinâmica populacional de uma espécie numa determinada região.

As sementes das cordas-de-viola possuem grande quantidade de reserva e, ao germinarem, suas plântulas emergem sob camadas com quantidades variáveis de palha (MARTINS et al., 1999; AZANIA et al., 2002; GRAVENA et al., 2004).

A corda-de-viola é planta daninha muito comum na maioria das culturas anuais de verão, sendo indesejável em culturas de cereais, principalmente no momento da colheita (LORENZI, 2000), dada a formação emaranhada de suas folhagens, além de serem competidoras importantes com a soja, em função do seu hábito de crescimento (KISSMANN e GROTH, 1999). Na cultura de cana-de-açúcar podem causar reduções no número final de colmos e produtividade, no sistema de cana crua (KUVA, 2006; PROCÓPIO, SILVA e VARGAS, 2008; NICOLAI, 2009; PERIM et al., 2009), além de se entrelaçam em plantas vizinhas ou crescerem sobre obstáculos (KISSMANN e GROTH, 1999).

São plantas daninhas prejudiciais em culturas anuais de verão nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, por seu ciclo ser maior do que o das culturas (KISSMANN e GROTH, 1999), além de persistir como problema até em áreas com cobertura de palha (DUARTE JÚNIOR, COELHO e FREITAS, 2009). A corda-de-viola prejudica as culturas em todas as fases do ciclo, mas na fase inicial de desenvolvimento competem principalmente pelos recursos indispensáveis ao desenvolvimento das plantas (água, luz e nutrientes), especialmente quanto à extração de nutrientes (DUARTE et al., 2008). Assim sendo, seu controle é primordial para o desenvolvimento completo das culturas.

O uso do herbicida glyphosate isolado não tem manifestado bons resultados no controle de *Ipomoea* por possuir translocação diferenciada entre parte aérea e raízes (MONQUERO et al., 2004).

2.3. Herbicidas inibidores da PROTOX

Os herbicidas inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) têm sido intensamente estudados nos últimos 40 anos; contudo, até a metade dos anos 80, o modo de ação deste grupo de compostos permanecia desconhecido (CARVALHO e GONÇALVES NETTO, 2016).

Os herbicidas inibidores da PROTOX possuem vantagens para uso agrícola, tais como: baixa toxicidade a mamíferos, eficácia em baixas concentrações, amplo espectro de controle, ação rápida sobre as plantas daninhas e possibilidade de efeito residual no solo para controle de plantas daninhas em condição de pré-emergência. Ainda, quando comparados a outros mecanismos de ação, selecionam resistência de plantas daninhas em taxa significativamente menor (HAO et al., 2011; SALAS et al., 2016).

Segundo Heap (2017) foram registradas apenas nove espécies de plantas com bióticos resistentes aos inibidores da PROTOX. De acordo com Carvalho e Gonçalves Netto (2016), esses herbicidas são importantes componentes no manejo de plantas daninhas em diversas culturas agrícolas como soja, feijão, algodão, café e cana-de-açúcar.

Com o aparecimento de plantas daninhas resistentes a outros mecanismo de ação, passam os herbicidas inibidores da PROTOX a fazer um papel importante como alternativa para auxiliar na prevenção e manejo (VIDAL; MEROTTO JÚNIOR; FLECK, 1999).

Segundo Rodrigues e Almeida (2011) existem nove moléculas herbicidas classificadas no GRUPO E no Brasil, sendo os ingredientes ativos o carfentrazone-ethyl, flumiclorac-pentyl, flumioxazin, fomesafen, lactofen, oxadiazon, oxyfluorfen, saflufenacil, e sulfentrazone.

A PROTOX é a última enzima comum das rotas de síntese do grupo heme e da clorofila (HAO et al., 2011). A rota metabólica da PROTOX também é chamada rota de síntese de porfirinas ou de tetrapirroles (MEROTTO JÚNIOR; VIDAL, 2001).

Na presença do herbicida, as partes das plantas atingidas morrem em dois ou três dias, sendo que os primeiros sintomas aparecem como manchas verde-escuras nas folhas, que progridem para necrose. Quando aplicados em pré-emergência, os sintomas aparecem por ocasião da emergência das plântulas (RIZZARDI et al., 2008).

De acordo com Carvalho e Gonçalves Netto (2016) os herbicidas inibidores da PROTOX tem recomendação para aplicação em pós e pré-emergência já que podem penetrar nas plantas pelas raízes, caules e folhas jovens. Porém, dentro das folhas, possuem translocação

baixa podendo até mesmo ser ausente, o que necessita de uma boa cobertura foliar quando aplicado (RIZZARDI et al., 2008).

Para otimizar o controle promovido pela aplicação em pós-emergência, além da boa cobertura foliar, recomenda-se, em alguns casos, o uso de adjuvantes e evitar aplicações em áreas com possibilidade de chuva em intervalo inferior a duas horas (CARVALHO e GONÇALVES NETTO, 2016).

Em geral, os inibidores da PROTOX possuem alta adsorção pela matéria orgânica do solo e, no caso de aplicações em pré-emergência, deve-se atentar para a adequação da dose a ser utilizada ao teor de matéria orgânica evidenciado pela análise de solo (CARVALHO; LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

Em síntese, tornam-se excelente alternativa para controle de plantas daninhas do gênero *Ipomoea* em pós-emergência (CHRISTOFFOLETI et al., 2006; RODRIGUES e ALMEIDA, 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em casa-de-vegetação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS, Câmpus Machado – MG (21° 40' S; 45° 55' W; 850 m de altitude), no primeiro semestre de 2017. O experimento foi desenvolvido entre abril e julho de 2017, utilizando-se plantas daninhas do gênero *Ipomoea* como bioindicadoras. As sementes de corda-de-viola (*Ipomoea*) foram adquiridas comercialmente.

Para instalação do experimento, no dia 12 de abril de 2017, sementes de quatro espécies de corda-de-viola foram distribuídas em excesso em bandejas plásticas com capacidade para 2,0 L, preenchidas com substrato comercial. As bandejas foram devidamente alocadas em casa-de-vegetação para a germinação. Após emergência das plântulas, as mesmas foram transplantadas no dia 19 de abril 2017 para vasos de 1,0 L preenchidos com uma mistura de substrato comercial, solo argiloso peneirado e vermiculita com proporção de (6:3:1), devidamente fertilizados, onde permaneceram até o término do experimento (Figura 1). Cada parcela experimental recebeu três plântulas de corda-de-viola.



Figura 1. Vasos de 1,0 L preenchidos com mistura de substrato comercial, solo argiloso peneirado e vermiculita na proporção de 6:3:1, devidamente fertilizados, e densidade populacional média de três plantas por vasos. Machado - MG, 2017

No experimento, avaliou-se a eficácia do controle das plantas daninhas do gênero *Ipomoea* quando submetidas a diferentes doses do herbicida flumioxazin. Os tratamentos foram consequência da combinação fatorial (8 x 4), em que oito foram as doses do herbicida flumioxazin (g ha^{-1}): 3,75, 7,5, 15,0, 30,0, 60,0, 120,0, 480,0, além de testemunha sem aplicação; e quatro foram as espécies de plantas daninhas do gênero *Ipomoea* (*I.hederifolia*, *I. nil*, *I. quamoclit* e *I. triloba*). Adotou-se delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 128 parcelas.

As aplicações foram realizadas em 10 de maio de 2017, com auxílio de um pulverizador costal de precisão, pressurizado por CO_2 , acoplado a barra com ponta dupla XR TeeJet 110.02, posicionada a 0,50 m dos alvos, com consumo relativo de calda de 200 L ha^{-1} (Figura 2). As condições meteorológicas no momento da aplicação eram ideais sem a interferência de vento e o aplicador utilizou-se dos devidos equipamentos de proteção individual (EPI).



Figura 2. Aplicação de flumioxazin em um dos tratamentos de *Ipomoea* com auxílio de um pulverizador costal de precisão, pressurizado por CO_2 , acoplado a barra com ponta dupla XR TeeJet 110.02, posicionada a 0,50 m dos alvos. Machado - MG, 2017

Todas pulverizações foram realizadas sobre plantas em estágio de pós emergência inicial, observando-se quatro folhas de corda-de-viola no momento de aplicação. Foi avaliado o controle percentual aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA), bem como a massa seca residual aos 28 DAA.

Para avaliação de controle, foram atribuídas notas variáveis entre zero e 100, em que zero representou a ausência de sintomas e 100 representou a morte das plantas. A massa vegetal foi obtida a partir da colheita do material vegetal remanescente nas parcelas, com posterior secagem em estufa a 70°C por 72 horas. Quando necessário, a massa seca foi corrigida para valores percentuais por meio da comparação da massa obtida nos tratamentos herbicidas com a massa da testemunha, considerada 100%.

Os dados foram analisados por meio de aplicação do teste F na análise da variância, seguido do emprego de regressões não-lineares ou do teste de agrupamento de médias de Scott-Knott (SCOTT e KNOTT, 1974). Todas as análises estatísticas foram realizadas adotando-se o nível de 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as avaliações de controle, houve efeito de interação espécie-dose quanto à aplicação do teste F na análise da variância. Por outro lado, não foi possível o emprego de regressões do tipo não-lineares pois não foram identificados valores de eficácia inferiores a 50%, que é uma das pressuposições do modelo matemático. Na ausência de pontos inferiores a 50%, a adoção de regressões torna-se inviável.

Detectou-se menor suscetibilidade da espécie *I. triloba* nas doses de 3,75 e 7,5 g ha⁻¹. Na dose de 3,75 g ha⁻¹, também foi observada menor suscetibilidade de *I. nil*, sem diferença para *I. triloba* quando avaliadas aos 7 dias (DAA) após aplicação (Tabela 1).

Nas avaliações com 14 dias após aplicação (DAA), detectaram-se resultados semelhantes aos obtidos na avaliação de 7 dias após aplicação (DAA), onde observou-se a espécie *I. triloba* nas doses de 3,75 e 7,5 g ha⁻¹ e *I. nil* na dose de 3,75 g ha⁻¹ com menor suscetibilidade (Tabela 2).

Nas avaliações com 21 (Tabela 3) e 28 (Tabela 4) dias após aplicação (DAA), não foram detectadas diferenças com as demais avaliações, onde observou-se menor suscetibilidade, sem diferenças entre as espécies *I. triloba* nas doses de 3,75 e 7,5 g ha⁻¹ e *I. nil* na dose de 3,75 g ha⁻¹.

Tabela 1. Eficácia do herbicida flumioxazin sobre quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Ipomoea*, avaliada aos 7 dias após aplicação (DAA). Machado – MG, 2017

Doses (g ha ⁻¹)	Espécies ¹			
	<i>I. hederifolia</i>	<i>I. nil</i>	<i>I. quamoclit</i>	<i>I. triloba</i>
Testemunha	0,0 B a	0,0 C a	0,0 B a	0,0 C a
3,75	97,3 A a	90,0 B b	97,5 A a	91,0 B b
7,5	99,0 A a	98,3 A a	97,3 A a	87,5 B b
15,0	99,3 A a	99,5 A a	98,8 A a	98,3 A a
30,0	99,3 A a	99,5 A a	99,8 A a	98,8 A a
60,0	99,8 A a	99,5 A a	99,5 A a	99,8 A a
120,0	99,8 A a	99,0 A a	99,8 A a	99,5 A a
480,0	99,8 A a	99,8 A a	99,8 A a	100,0 A a
F _{esp} = 4,650*	F _{dose} = 2.361,091*	F _{int} = 2,516*	CV(%) = 3,33	

*Significativo a 5% de probabilidade; ¹Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, com 5% de significância.

Tabela 2. Eficácia do herbicida flumioxazin sobre quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Ipomoea*, avaliada aos 14 dias após aplicação (DAA). Machado – MG, 2017

Doses (g ha ⁻¹)	Espécies ¹			
	<i>I. hederifolia</i>	<i>I. nil</i>	<i>I. quamoclit</i>	<i>I. triloba</i>
Testemunha	0,0 B a	0,0 B a	0,0 B a	0,0 C a
3,75	100,0 A a	85,8 B c	99,0 A a	92,5 B b
7,5	100,0 A a	100,0 A a	98,3 A a	88,0 B b
15,0	100,0 A a	99,5 A a	99,3 A a	99,8 A a
30,0	100,0 A a	99,3 A a	99,5 A a	99,3 A a
60,0	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	99,8 A a
120,0	100,0 A a	99,3 A a	100,0 A a	100,0 A a
480,0	100,0 A a	100,0 A a	99,8 A a	100,0 A a
F _{esp} = 3,106*		F _{dose} = 2.263,570*	F _{int} = 2,421*	CV(%) = 4,55

*Significativo a 5% de probabilidade; ¹Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, com 5% de significância.

Tabela 3. Eficácia do herbicida flumioxazin sobre quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Ipomoea*, avaliada aos 21 dias após aplicação (DAA). Machado – MG, 2017

Doses (g ha ⁻¹)	Espécies ¹			
	<i>I. hederifolia</i>	<i>I. nil</i>	<i>I. quamoclit</i>	<i>I. triloba</i>
Testemunha	0,0 B a	0,0 C a	0,0 B a	0,0 C a
3,75	100,0 A a	82,5 B b	99,8 A a	89,5 B b
7,5	100,0 A a	100,0 A a	99,5 A a	86,3 B b
15,0	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
30,0	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
60,0	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
120,0	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
480,0	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
F _{esp} = 3,042*		F _{dose} = 803,038*	F _{int} = 2,354*	CV(%) = 5,72

*Significativo a 5% de probabilidade; ¹Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, com 5% de significância.

Tabela 4. Eficácia do herbicida flumioxazin sobre quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Ipomoea*, avaliada aos 28 dias após aplicação (DAA). Machado – MG, 2017

Doses (g ha ⁻¹)	Espécies ¹			
	<i>I. hederifolia</i>	<i>I. nil</i>	<i>I. quamoclit</i>	<i>I. triloba</i>
Testemunha	0,0 B a	0,0 C a	0,0 B a	0,00 C a
3,75	100,0 A a	81,3 B b	99,8 A a	83,8 B b
7,5	100,0 A a	100,0 A a	99,8 A a	80,0 B b
15,0	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
30,0	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
60,0	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
120,0	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
480,0	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
F _{esp} = 4,059*		F _{dose} = 527,094*	F _{int} = 2,541*	CV(%) = 7,07

*Significativo a 5% de probabilidade; ¹Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, com 5% de significância.

Quanto à massa de matéria seca, somente foi observado efeito de doses do herbicida, em que todas as doses iguais ou superiores a 15 g ha⁻¹ promoveram eliminação total das plantas daninhas (Tabela 5).

Em um trabalho realizado para o controle de *Ipomoea* ssp. aplicando carfentrazone-ethyl em pós-emergência na cultura da cana-de-açúcar, obteve-se resultado onde as plantas daninhas da espécies *I. grandifolia*, *I. quamoclit* e *I. nil* não obtiveram controle com eficiência pela menor dose de carfentrazone-ethyl (5 g ha⁻¹), enquanto os demais tratamentos foram eficazes, obtendo controle total aos 45 DAA (CHRISTOFFOLETI et al., 2006).

A suscetibilidade de plantas daninhas do gênero *Ipomoea* aos herbicidas inibidores da PROTOX é bem documentada na literatura científica, contudo, com frequência são encontrados relatos de suscetibilidade diferencial (CHRISTOFFOLETI et al., 2006). De acordo com Nicolai et al. (2013) as espécies de corda-de-viola diferiram-se quanto ao controle exercido pelo flumioxazin em pré-emergência, aos 60 DAT.

Segundo Christoffoleti et al. (2006) a espécie de *I. triloba* é menos sensível ao herbicida carfentrazone quando aplicado em pós-emergência; e de acordo com Campos et al. (2009) foi mais tolerante ao sulfentrazone quando aplicado em pré-emergência.

Tabela 5. Massa seca percentual de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Ipomoea* quando submetidas a diferentes doses do herbicida flumioxazin, avaliada aos 28 dias após aplicação (DAA). Machado – MG, 2017

Doses (g ha ⁻¹)	Espécies ¹				Média
	<i>I. hederifolia</i>	<i>I. nil</i>	<i>I. quamoclit</i>	<i>I. triloba</i>	
Testemunha	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0 C
3,75	0,0	7,9	0,5	5,8	3,5 B
7,5	0,0	0,0	7,4	5,7	3,3 B
15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 A
30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 A
60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 A
120,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 A
480,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 A
F _{esp} = 0,921 ^{NS}		F _{dose} = 1.533,691*		F _{int} = 1,210 ^{NS}	CV(%) = 26,81

^{NS} Não significativo ao teste F; *Significativo a 5% de probabilidade; ¹Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, com 5% de significância.

Para Holt et al. (1993) os mecanismos que as plantas utilizam para tolerar e/ou resistir a uma molécula são menor absorção e/ou translocação, maior metabolização do herbicida em substâncias menos fitotóxicas, compartimentalização da molécula, falta de afinidade do herbicida pelo sítio de ação específico e superprodução da enzima-alvo.

De acordo com Nicolai (2013) foram identificados resultados em que obteve-se uma linha decrescente de suscetibilidade ao herbicida flumioxazin, de seguinte forma: *Merremia aegyptia* < *Ipomoea hederifolia* < *Ipomoea triloba* < *Ipomoea purpurea* < *Merremia cissoides*, onde as doses ótimas para controle de 80% de cada espécie foram respectivamente de 238,6; 173,1; 84,7; 43,8 e 16,8 g do ingrediente ativo por hectare.

No caso deste trabalho, deve-se ressaltar a elevada eficácia do herbicida flumioxazin, que inviabilizou a diferenciação das espécies mesmo para doses reduzidas, tais como 15 g ha⁻¹.

5. CONCLUSÕES

Nas doses de 3,75 e 7,5 g ha⁻¹, detectou-se menor suscetibilidade de *I. triloba*; na dose de 3,75 g ha⁻¹, o herbicida flumioxazin também promoveu menor controle de *I. nil*, sem diferença para *I. triloba*; doses iguais ou superiores a 15 g ha⁻¹ promoveram eliminação total das plantas daninhas.

REFERÊNCIAS

- AQUILA, M. E. A.; FERREIRA, A. G. Germinação de sementes escarificadas de *Araucaria angustifolia* em solo. **Ciência e Cultura**, v. 36, n. 9, p. 1583-1589, 1984.
- AUSTIN, D. F.; CAVALCANTE, P. B. 1982. **Convolvuláceas da Amazônia**. Publicações Avulsas do Museu Paraense Emilio Goeldi, 36: 134 p.
- AZANIA, A. A. P. M.; AZANIA, C. A. M.; GRAVENA, R.; PAVANI, M. C. M. D.; PITELLI, R. A.; Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na emergência de espécies de plantas daninhas da família *Convolvulaceae*. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 207-212, 2002.
- AZANIA, C. A. M.; MARQUES, R. P.; AZANIA, A. A. P. M.; ROLIM, J. C. Superação da dormência de sementes de corda-de-viola (*Ipomoea quamoclit* e *Ipomoea hederifolia*). **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.23-27, 2009.
- BASTIANI, M. L. R.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; CARDOSO, A. A. Influência de chuva simulada após aplicação de herbicida em pós-emergência, sobre o controle de plantas daninhas, em solo com dois níveis de umidade. **Planta Daninha**, v. 18, n. 1, p. 57-60, 2000.
- CAMPOS, L. H. F.; FRANCISCO, M. O.; CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Suscetibilidade de *Ipomoea quamoclit*, *triloba* e *Merremia cissoides* aos herbicidas sulfentrazone e amicarbazone. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 831-840, 2009.
- CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; PITELLI, R.A.; BIANCO, M.S. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macro nutrientes por plantas de milho var. BR-106 e *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 293-301, 2007.
- CARVALHO, S. J. P.; GONÇALVES N.ETTO, Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da PROTOX (Grupo E). In.: CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Piracicaba: ESALQ, 2016. p.151-164.
- CARVALHO, S. J. P.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da PROTOX (Grupo E). In.: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3.ed. Piracicaba: HRAC-BR, 2008. p.67-76.
- CHANDLER, J.M.; MUNSON, R. L.; VAUGHAN, C. E. Purple moonflower: emergence, growth, reproduction. **Weed Science**, v.25, n.2, p.163-167, 1977.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; BORGES, A.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; MONQUERO, P. A. Carfentrazone-ethyl aplicado em pós-emergência para o controle de *Ipomoea* spp. e *Commelina benghalensis* na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.24, n.1, p.83-90, 2006.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da PROTOX (Grupo E). In.: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3.ed. Piracicaba: HRAC-BR, 2008. p.9-34.

CONSTANTIN, J. Métodos de manejo. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p.103-121.

DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; DAN, L. G. M.; FIONOTTI, T. R.; FELDKIRCHER, C.; SANTOS, V. S. Controle de plantas daninhas na cultura do milho por meio de herbicidas aplicados em pré-emergência. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 388-393, 2010.

DUARTE JÚNIOR, J. B.; COELHO, F. C.; FREITAS, S. P. **Dinâmica de populações de plantas daninhas na cana-de-açúcar em sistema de plantio direto e convencional**. Semana Ciências Agrárias, Londrina. v. 30, n. 3, p. 595-612, 2009.

DUARTE, D. J.; BIANCO, S.; MELO, M. N.; CARVALHO, L. B. Crescimento e nutrição mineral de *Ipomoea nil*. **Planta Daninha**, v.26, n.3, p. 577-583, 2008.

FONTES, J.R.A.; SHIRATSUCHI, L.S.; NEVES, J.L.; JÚLIO, L.; SODRÉ FILHO, J. **Manejo integrado de plantas daninhas**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2003. 48p. Documentos 113.

GRAVENA, R.; RODRIGUES, J. P. R. G.; SPINDOLA, W.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 419-427, 2004.

HAO, G. F.; ZUO, Y.; YANG, S. G.; YANG, G. F. Protoporphyrinogen oxidase inhibitor: an ideal target for herbicide discovery. **Chemistry in China**, v.65, n.12, p.961-969, 2011.

HEAP, I. **International survey of herbicide-resistant weeds**. Disponível em: <<http://www.weedscience.com>> Acesso em: 20 de outubro de 2017.

HOLT, J. S. ; POWLES, S. B. ; HOLTUM, J. A. M. Mechanisms and agronomic aspects of herbicide resistance. **Annual Review. Plant Physiol. Plant Molecular. Biology**. v. 44, p. 203-291, 1993.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KALLOG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J.; SINGER, R. B.; SINGER, R. F.; SIMÕES, A. O.; CHIES, T. T. S. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. Porto Alegre: ARTMED, 2009. 612 p.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2 ed. Tomo II. São Paulo: BASF, 1999. 978 p.

KUVA, M. A. **Banco de sementes, fluxo de emergência e fitossociologia de comunidade de plantas daninhas em agro ecossistema de cana crua**. 105 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608 p.

MARTINI, G.; PEDRINHO JUNIOR, A. F. F.; DURIGAN, J. C. Eficácia do herbicida glifosato-potássico submetido à chuva simulada após a aplicação. **Bragantia**, v. 62, n. 1, p. 39-45, 2003.

MARTINS, D.; VELINI, E.; MARTINS, C. C.; SOUZA, L. S. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 17, n. 1, p. 151-161, 1999.

MEROTTO JÚNIOR, A.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da PROTOX. In: VIDAL, R. A.; MEROTTO JÚNIOR, A. (Ed.). **Herbicidologia**. Porto Alegre, 2001. p.69-86.

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

MONQUERO, P. A.; SILVA, A. C. Efeito do período de chuva no controle de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea purpurea* pelos herbicidas glyphosate e sulfosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 399-404, 2007.

NICOLAI, M. **Fluxos de emergência, épocas de aplicação de herbicidas e sistemas de manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar**. 2009. 160 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

NICOLAI, M.; OBARA, F. E. B.; MELO, M. S. C.; SOUZA JÚNIOR, J. A.; CANTALICE-SOUZA, R.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Suscetibilidade diferencial de espécies convolvuláceas ao flumioxazin determinada através de curvas de dose-resposta. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 157-163, 2013.

PERIM, L.; TOLEDO, R. E. B.; NEGRISOLI, E.; CORRÊA, M. R.; CARBONARI, C. A.; ROSSI, C. V. S.; VELINI, E. D. Eficácia do herbicida amicarbazone no controle em pós-emergência de espécies de corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia* e *Merremia cissoides*). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 8, n. 1, p. 19-26, 2009.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 780 p.

RIZZARDI, M. A.; RIZZARDI, M. A.; VARGAS, L.; ROMAN, E. S.; KISSMANN, K. Aspectos gerais do manejo e controle de plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p.107-131.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina, 2011. 697p.

RODRIGUES, M. J.; TUROZI, T. A.; NETTO, A. P. C.; TIMOSSO, P. C. Épocas da adubação nitrogenada relacionada à aplicação de nicosulfuron na cultura do milho. **Global Science and Technology**, v. 5, n. 1, p. 70-77, 2012.

SALAS, R. A.; BURGOS, N. R.; TRANEL, P. J.; SINGH, S.; GLASGOW, L.; SCOTT, R. C.; NICHOLS, R. Resistance to PPO-inhibiting herbicide in Palmer amaranth from Arkansas. **Pest Management Science**, v.72, n.5, p.864-869, 2016.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 2, p. 507–512, 1974.

SIMÃO BIANCHINI, R.; PIRANI, J. R. Duas novas espécies de *Convolvulaceae* de Minas Gerais, Brasil. **Hoehnea**, v.32, n.2, p.295-300, 2005.

VARGAS, L.; PEIXOTO, C.M.; ROMAN, E.S. **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 20p. Documentos 61.

VASCONCELOS, M.C.C.; SILVA, A.F.A.; LIMA, R.S. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 1, p. 01-06, 2012.

VIDAL, R. A.; MEROTTO JÚNIOR, A.; FLECK, N. G. **Resistência de plantas daninhas aos herbicidas de menor risco para desenvolver problemas**. CURSO DE MANEJO E RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS, 2., Ponta Grossa, 1999. **Anais**. Ponta Grossa: AEACG, 1999. p.68-72.

VIDAL, R. A.; WINKLER, L. M. Resistência de plantas daninhas: seleção ou indução à mutação pelos herbicidas inibidores de acetolactato sintase (ALS). **Pesticidas. Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 12, n.1, p. 31-42, 2010.

ZIMDAHL, R. L. **Fundamentals of weed science**. 3.ed. San Diego: Academic Press, 2007. 666 p.