

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Arnon Henrique Campos Anésio

SELETIVIDADE E EFEITO RESIDUAL DE HERBICIDAS EM PASTAGENS

**Diamantina – MG
2015**

Arnon Henrique Campos Anésio

SELETIVIDADE E EFEITO RESIDUAL DE HERBICIDAS EM PASTAGENS

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Prof^a. Márcia Vitória Santos

DIAMANTINA – MG
2015

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

A579p	Anésio, Amon Henrique Campos Seletividade e efeito residual de herbicidas em pastagens / Amon Henrique Campos Anésio. – Diamantina, 2015. 81 p. : il. Orientador: Márcia Vitória Santos Coorientadores: Thiago Gomes dos Santos Braz, Evander Alves Ferreira Dissertação (Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 1. <i>Carryover</i>. 2. Controle químico de forrageiras. 3. Herbicidas pós-emergentes. 4. Manejo de pastagem. 5. Reguladores de crescimento. I. Título. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. CDD 632.95
-------	---

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ARNON HENRIQUE CAMPOS ANÉSIO

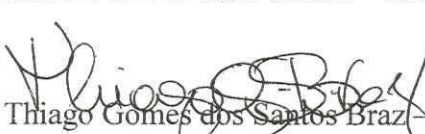
SELETIVIDADE E EFEITO RESIDUAL DE HERBICIDAS EM PASTAGENS

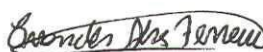
Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA em 28/09/2015


Prof.ª Márcia Vitória Santos – UFVJM
Orientadora


Prof. Leonardo David Tuffi Santos – ICA/UFMG


Prof. Thiago Gomes dos Santos Braz – UFVJM
Coorientador


Pesq. Evander Alves Ferreira – UFVJM
Coorientador


Prof. José Barbosa dos Santos – UFVJM

AGRADECIMENTOS

À Deus.

Aos meus pais, Solange e Cláudio, que me concederam o dom mais precioso do universo: a vida. Para quais sempre quis ser motivo de orgulho.

Aos meus irmãos, Bruno e Laryssa, que sempre estiveram comigo, oferecendo apoio incondicionalmente.

À Professora Márcia Vitória Santos, pela amizade e inestimável dedicação, ensinamento e orientação durante o curso de Pós-graduação.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Professor Thiago Gomes dos Santos Braz e ao Pós-doutor Evander Alves Ferreira, pela amizade, ensinamentos e co-orientação.

Ao Professor José Barbosa dos Santos, pela colaboração nos trabalhos de campo e realização da pesquisa.

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil) e a FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), pelo apoio financeiro.

Aos Professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, pelos qualificados ensinamentos oferecidos.

Aos colegas do curso de Pós-graduação em Produção Animal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Aos participantes e ex-participantes do Núcleo de Estudados em Sistemas Agroflorestais – NESAF's.

Ao colega Teodoro, funcionário do setor de olericultura da UFVJM, pela colaboração oferecida nos trabalhos de campo.

À todos que contribuíram direta ou indiretamente para o êxito deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

ANÉSIO, Arnon Henrique Campos. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, setembro de 2015. 81p. **Seletividade e efeito residual de herbicidas em pastagens**. Orientadora: Márcia Vitória Santos. Coorientador: Thiago Gomes dos Santos Braz e Evander Alves Ferreira. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

O primeiro experimento foi proposto com o objetivo de avaliar plantas indicadoras a resíduos de herbicidas triclopyr, 2,4-D e a mistura 2,4-D + picloram aplicados em pastagem. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em Diamantina, MG. O delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial (3×7) + 7 sendo três herbicidas: triclopyr (960 g ha^{-1}); 2,4-D (1.340 g ha^{-1}) e a mistura 2,4-D + picloram ($720 + 192 \text{ g ha}^{-1}$) aplicado na dose recomendada pelo fabricante e sete espécies indicadoras: pepino, milho, sorgo, mucuna preta, feijão guandu, lab-lab e alfafa, cultivadas em solos com e sem aplicação de herbicidas (testemunha), totalizando 28 tratamentos. As plantas de pepino, mucuna preta, feijão guandu e alfafa apresentaram susceptibilidade para o resíduo da mistura 2,4-D + picloram. A lab-lab apresentou menor susceptibilidade em relação às demais dicotiledôneas para os resíduos dos herbicidas estudados. O efeito residual dos herbicidas não influenciaram significativamente os híbridos de milho e sorgo. Os herbicidas 2,4-D e triclopyr apresentaram efeito residual até 40 dias após aplicação dos herbicidas (DAA), entretanto, a mistura 2,4-D + picloram apresentou resíduo até 280 DAA. No segundo ensaio objetivou-se avaliar a tolerância do capim-braquiária e do capim-ruziziensis, submetidos à aplicação de herbicidas em pós-emergência. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em Diamantina, MG. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial (8×2) + 2 sendo oito herbicidas: nicosulfuron; clomazone; glyphosate; fluazifop-p-butil + fomesafen; lactofen; fomesafen; fluazifop-p-butil e mesotrione, aplicados na dose recomendada pelo fabricante, em duas espécies forrageiras capim-braquiária e capim-ruziziensis, mais duas testemunhas, sem aplicação dos herbicidas, totalizando 18 tratamentos. As plantas de capim-braquiária apresentaram menor intoxicação quanto à aplicação dos herbicidas estudados. Após o corte efetuado aos 30 DAA, apenas os tratamentos com aplicação dos herbicidas fomesafen, lactofen e clomazone permitiram rebrotação em ambas as espécies estudadas. Esses resultados demonstram que as plantas de capim-braquiária e capim-ruziziensis não são seletivas as moléculas dos herbicidas glyphosate, fluazifop-p-butil + fomesafen, fluazifop-p-butil, mesotrione e nicosulfuron. Plantas de capim-ruziziensis apresentam maior susceptibilidade aos herbicidas estudados, quando comparada ao capim-braquiária.

Palavras-chave: *Carryover*. Controle químico de forrageiras. Herbicidas pós-emergentes. Manejo de pastagem. Reguladores de crescimento.

ABSTRACT

ANÉSIO, Arnon Henrique Campos. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, september 2015. 81p. **Selectivity and residual effect of herbicides on pastures.** Adviser: Márcia Vitória Santos. Committee members: Thiago Gomes dos Santos Braz and Evander Alves Ferreira. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

The first experiment was proposed with the aim to evaluate indicator plants for residual effect of the application of triclopyr herbicide, 2,4-D and 2,4-D + picloram soils cultivated with pastures. The experiment was conducted in a greenhouse, in Diamantina, MG. The experimental design was completely randomized with four replicates. The treatments were arranged in a factorial scheme $(3 \times 7) + 7$ with three herbicides: triclopyr (960 g ha^{-1}); 2,4-D ($1,340 \text{ g ha}^{-1}$) and the mixture 2,4-D + picloram ($720 + 192 \text{ g ha}^{-1}$) applied at the rate recommended by the manufacturer and seven indicator species: cucumber, corn, sorghum, velvet bean, pigeon pea, lab-lab and alfalfa grown in soils with and without herbicide application (control), totaling 28 treatments. The cucumber plants, velvet bean, pigeon pea and alfalfa were susceptible to the residue of the 2,4-D + picloram mixture. The lab-lab showed lower susceptibility in relation to other dicotyledonous for the residues of herbicides studied. The residual effect of the herbicides did not influence hybrids of corn and sorghum. The 2,4-D herbicide triclopyr and presented residual effect up to 40 days after herbicide application (DAA), however, the 2,4-D + picloram presented residue mixture up to 280 DAA. In the second trial aimed to evaluate the tolerance of signal grass (*Brachiaria decumbens*) and ruzi grass (*Brachiaria ruziziensis*) submitted to herbicide application in post-emergence. The experiment was conducted in a greenhouse, in Diamantina, MG. The experimental design was randomized blocks with five replicates. The treatments were arranged in a factorial design $(8 \times 2) + 2$ with eight herbicides: nicosulfuron; clomazone; glyphosate; fluazifop-p-butyl + fomesafen; lactofen; fomesafen; fluazifop-p-butyl and mesotrione applied in the dosage recommended by the manufacturer in two forage species (signal grass and ruzi grass) and two control treatments without herbicide application, totaling 18 treatments. The signal grass plants had lower intoxication as the application of herbicides studied. After the cut made at 30 DAA, only treatments with application of herbicides fomesafen, lactofen and clomazone allowed regrowth in both studied species. These results demonstrate that the signal grass plants and ruzi grass are not selective molecules of glyphosate, fluazifop-p-butyl + fomesafen, fluazifop-p-butyl, mesotrione and nicosulfuron. ruzi grass plants are more susceptible to herbicides studied, when compared to the signal grass.

Keywords: Carryover. Chemical control of forage. Growth regulators. Post-emergent herbicides. Pasture management.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	7
LITERATURA CITADA.....	9
ARTIGO CIENTÍFICO 1 – SELEÇÃO DE FITOINDICADORAS A RESÍDUOS DE MIMETIZADORES DE AUXINAS	11
RESUMO.....	11
INTRODUÇÃO	13
MATERIAL E MÉTODOS	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
CONCLUSÃO	44
LITERATURA CITADA	45
ARTIGO CIENTÍFICO 2 – SELETIVIDADE DE HERBICIDAS AO CAPIM-BRAQUIÁRIA E CAPIM-RUZIZIENSIS.....	47
RESUMO.....	48
INTRODUÇÃO	49
MATERIAL E MÉTODOS	51
RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
CONCLUSÃO	78
LITERATURA CITADA	79

INTRODUÇÃO GERAL

O atual sistema de produção de ruminantes no Brasil tem nas pastagens a principal fonte de alimento, sendo a forma mais prática e de menor custo ao alcance de todos os pecuaristas. O componente de maior custo na pecuária de corte e leite é a alimentação do rebanho, mesmo quando está é realizada exclusivamente em pastagens, pois há demanda de recursos para formação e manutenção das pastagens (Santos et al., 2012). No entanto, pastagens degradadas com alta infestação por plantas daninhas observa-se menor eficiência de utilização do pasto pelos animais.

O controle de plantas daninhas faz parte dos manejos de formação e recuperação em pastagens, pois as mesmas competem com as plantas forrageiras por fatores essenciais como água, luz, nutrientes e espaço (D'Antonino et al., 2009). Essas plantas daninhas apresentam melhor adaptação ao ambiente em relação à espécie forrageira, geralmente exótica (Dias et al., 2011). Desse modo, as espécies daninhas apresentam melhor aproveitamento dos fatores essenciais, sobressaindo em relação a planta forrageira, reduzindo a produção e qualidade da forragem disponível aos animais.

Diversos são os métodos utilizados para o controle de plantas daninhas em pastagens, dentre eles destaca-se o controle com a utilização de moléculas herbicidas. A utilização de herbicidas apresenta vantagens em relação aos outros métodos, por sua facilidade de aplicação e necessidade de pouca mão-de-obra. Entretanto, para que se obtenha sucesso no controle das plantas daninhas com a utilização de herbicidas, alguns fatores devem ser levados em consideração, tais como a observação das condições do pasto, identificação das plantas daninhas presentes, estágio de desenvolvimento das plantas daninhas, densidade e distribuição na pastagem (Cieslik et al., 2013; Santos et al, 2006).

Dentre os grupos de herbicidas recomendados para o uso em pastagens, o grupo dos mimetizadores de auxinas tem sido o mais utilizado (Carmo et al., 2008). Esse grupo de herbicidas é caracterizado como latifolicida, com seletividade sobre gramíneas. Entretanto, as moléculas herbicidas desse grupo podem apresentar sérios problemas ambientais, além da intoxicação a culturas sucessivas (*carryover*). O *carryover* ocorre devido a persistência das moléculas herbicidas no solo, causando intoxicação a espécies sensíveis cultivadas em sucessão a aplicação do herbicida (Santos et al., 2006).

Diante da grande utilização dos herbicidas do grupo dos mimetizadores de auxinas, e seu elevado potencial de *carryover* e contaminação ambiental, há necessidade de

pesquisas visando estudar o comportamento dessas moléculas nos solos, obtendo assim, uma maior eficiência de utilização desses herbicidas.

Os herbicidas mais utilizados para pastagens são sistêmicos e seletivos, como os do grupo dos mimetizadores de auxinas, controlando efetivamente plantas daninhas dicotiledôneas (Oliveira Júnior et al., 2011). Entretanto, plantas daninhas monocotiledôneas podem surgir nas áreas de pastagens, tornando-se indesejáveis devido a competição (Santos et al., 2008).

O controle de plantas daninhas monocotiledôneas em pastos de gramíneas forrageiras com o uso de herbicidas torna-se ainda mais difícil pela semelhança da planta daninha com as plantas forrageiras (Dias Filho, 1990). Além disso, há inexistência de herbicidas graminicidas que sejam seletivos para espécies forrageiras e que apresentam controle de plantas daninhas monocotiledonares.

Existem trabalhos que reportam o uso de herbicidas no controle de plantas gramíneas forrageiras de diferentes gêneros (Santos et al., 2007, 2008, 2010), no entanto, há poucos estudos na literatura com o uso de herbicidas avaliando a seletividade de espécies forrageiras do mesmo gênero taxonômico, como as braquiárias.

LITERATURA CITADA

CARMO, M.L. et al. Influência do período de cultivo de *Panicum maximum* (cultivar tanzânia) na fitorremediação de solo contaminado com picloram. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.315-322, 2008.

CIESLIK, L.F.; VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M. Fatores ambientais que afetam a eficácia de herbicidas inibidores da ACCase: revisão. **Planta Daninha**, v.31, n.2, p.483-489, 2013.

D'ANTONINO, L. et al. Lixiviação do picloram em argissolo vermelho-amarelo e latossolo vermelho-amarelo com diferentes valores de pH. **Planta Daninha**, v.27, n.3, p.589-600, 2009.

DIAS FILHO, M.B. **Plantas invasoras em pastagens cultivadas na Amazônia**: Estratégias de manejo e controle. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1990. 103 p. (Documento, 52).

DIAS, J.R.M. et al. Lixiviação de 2,4-D em solo de pastagem na Amazônia ocidental. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.7, n.4, p.15-20, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (Ed). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax, 2011. 348p.

SANTOS, M.V. et al. Controle de *Brachiaria brizantha*, com o uso do glyphosate, na formação de pastagem de Tifton 85 (*Cynodon* spp.). **Planta Daninha**, v.25, n.1, p.149-155, 2007.

SANTOS, M.V. et al. Eficácia e persistência no solo de herbicidas utilizados em pastagem. **Planta Daninha**, v.24, n.2, p.391-398, 2006.

SANTOS, M.V. et al. Eficácia e persistência no solo de herbicidas utilizados em pastagens. **Planta daninha**, v.24, n.2, p.191-398, 2006.

SANTOS, M.V. et al. RODRIGUES, O.L. Tolerância do Tifton 85 (*Cynodon* spp.) e da *Brachiaria brizantha* ao glyphosate. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.353-360, 2008.

SANTOS, M.V. et al. Tolerância do Tifton 85 ao glyphosate em diferentes épocas de aplicação. **Planta Daninha**, v.28, n.1, p.131-137, 2010.

SANTOS, R.T. et al. Efeito residual de herbicidas mimetizadores de auxina em solos provenientes de pastagens do município de Parauapebas – PA. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.312-323, 2012.

ARTIGO CIENTÍFICO 1 – SELEÇÃO DE FITOINDICADORAS A RESÍDUOS DE MIMETIZADORES DE AUXINAS

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar plantas indicadoras a resíduos de herbicidas triclopyr, 2,4-D e a mistura 2,4-D + picloram aplicados em pastagem. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na UFVJM, em Diamantina, MG. O delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial $(3 \times 7) + 7$ sendo três herbicidas: triclopyr (960 g ha^{-1} do equivalente ácido triclopyr); 2,4-D (1.340 g ha^{-1} do equivalente ácido 2,4-D) e a mistura 2,4-D + picloram ($720 + 192 \text{ g ha}^{-1}$ do equivalente ácido 2,4-D + picloram) aplicados na dose recomendada pelo fabricante e sete espécies indicadoras: *Cucumis sativus* (pepino), *Zea mays* (milho), *Sorghum bicolor* (sorgo), *Stizolobium aterrimum* (mucuna preta), *Cajanus cajan* (feijão guandu), *Dolichos lablab* (lab-lab) e *Medicago sativa* (alfafa), cultivadas em solos com e sem aplicação de herbicidas (testemunhas), totalizando 28 tratamentos. As plantas de pepino, mucuna preta, feijão guandu e alfafa foram intoxicadas de forma semelhante e depois morreram na presença da mistura 2,4-D + picloram, até os 280 dias após aplicação (DAA). O resíduo de 2,4-D e triclopyr ocasionou leve intoxicação nas plantas dicotiledôneas no primeiro cultivo realizado aos 40 DAA, não sendo observadas alterações nos cultivos seguintes. A mistura 2,4-D + picloram gerou intoxicações severas nas plantas de lab-lab, no entanto, com o passar das coletas, as intoxicações reduziram, de modo que, aos 280 DAA o efeito residual do herbicida não levou as plantas a morte. Os herbicidas aplicados resultaram em alterações na clorofila e leve intoxicação aos 40 DAA, para os híbridos de milho e sorgo estudados. O 2,4-D e triclopyr apresentaram efeito residual até 40 DAA, entretanto, a mistura 2,4-D + picloram apresentou resíduo até 280 DAA.

Palavras-chave: *Carryover*. Plantas daninhas. Reguladores de crescimento. Resíduos de herbicidas em pastagens.

FITOINDICATOR SELECTION OF AUXIN MIMICS RESIDUE

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate indicator plants for residual effect of the application of triclopyr herbicide, 2,4-D and 2,4-D + picloram soils cultivated with pastures. The experiment was conducted in a greenhouse, in Diamantina, MG. The experimental design was completely randomized with four replicates. The treatments were arranged in a factorial scheme $(3 \times 7) + 7$ with three herbicides: triclopyr (960 g ha^{-1}); 2,4-D (1.340 g ha^{-1} 2,4-D acid equivalent) and the mixture 2,4-D + picloram ($720 + 192 \text{ g ha}^{-1}$ 2,4-D + picloram acid equivalent) applied at the rate recommended by the manufacturer and seven indicator species: cucumber, corn, sorghum, velvet bean, pigeon pea, lab-lab and alfalfa grown in soils with and without herbicide application (control), totaling 28 treatments. The cucumber plants, velvet bean, pigeon pea and alfalfa were similarly intoxicated and then died in the presence of the mixture 2,4-D + picloram even 280 days after application (DAA). The residue of 2,4-D and triclopyr caused bland intoxication in dicotyledonous plants in the cultivation with the soil sampled 40 DAA and new intoxication were not observed in the following sample times. The 2,4-D + picloram mixture resulted in severe intoxication in lab-lab plant, however, in the next sample times, the level of intoxication reduced, so that DAA 280 the herbicide did not lead the plants to death. The residual effect of the application of herbicides changed the chlorophyll content and caused bland intoxication at 40 DAA, for hybrids of corn and sorghum studied. The triclopyr and 2,4-D showed residual effect up to 40 DAA, however, mixture 2,4-D + picloram showed the residue even 280 DAA.

Keywords: *Carryover*. Weeds. Growth regulators. Residues of herbicides on pastures.

INTRODUÇÃO

O grupo de herbicidas mais utilizados para controle de plantas daninhas em pastagens tem sido dos mimetizadores de auxinas (Inoue et al., 2003), também conhecidos por reguladores de crescimento, em função da sua similaridade estrutural com a auxina natural das plantas (Carmo et al., 2008).

Os herbicidas desse grupo apresentam atividade residual no solo, podendo se tornar indesejáveis por resultar em danos a culturas em sucessão (*carryover*), contaminação de mananciais d'água por lixiviação, e toxicidade a organismo não alvo (Procópio et al., 2008).

O grupo dos mimetizadores de auxinas apresenta caráter ácido, o que torna sua mobilidade na solução do solo maior, se o pH do solo for maior que seu pKa (Mancuso et al., 2011).

O teor de matéria orgânica do solo pode favorecer a retenção de moléculas herbicidas adsorvendo-a, reduzindo assim, a mobilidade desses compostos no perfil do solo (Dias et al., 2011). Entretanto, se o valor de matéria orgânica do solo estiver baixo, o índice de lixiviação desses herbicidas são mais influenciados pelo pH, garantindo sua lixiviação no solo (D'Antonino et al. 2009b). Esses últimos autores citam que quanto maior a precipitação pluviométrica após a aplicação dos herbicidas, maior será a lixiviação desses herbicidas no solo.

O conhecimento da dinâmica dos herbicidas no solo, principalmente aqueles que apresentam longo efeito residual, é importante para predizer seu dano sobre o meio ambiente ou nas culturas em sucessão (Braga, 2013).

Dentre os herbicidas desse grupo, o 2,4-D (ácido 2,4- diclorofenoxiacético), o picloram (ácido 4-amino 3,5,6 triclora-2-piridinacarboxílico) e o triclopyr (ácido 3,5,6-trichloro-2-pyridyloxyacético) possuem o maior número de produtos comerciais registrados para aplicação em pastagens (Brasil, 2015). O 2,4-D é um herbicida bastante utilizado em plantio direto, principalmente em mistura com o glyphosate, na dessecação de plantas daninhas antes da semeadura das culturas (Silva et al., 2010).

O triclopyr resulta em leve intoxicação das plantas nas primeiras semanas após aplicação (Alves et al., 2012).

O picloram apresenta, em relação aos demais herbicidas registrados no Brasil, um dos maiores períodos de atividade residual no solo (Santos et al., 2006), com meia-vida de até

300 dias, dependendo do tipo de solo e das condições ambientais (Rodrigues e Almeida, 2011).

Dentre as técnicas utilizadas para identificar resíduos de herbicidas nos solos, os bioensaios são comumente adotados (Souza, 1999), sendo caracterizados pelo cultivo de plantas submetidas a moléculas herbicidas e comparadas com plantas sem aplicação. As espécies indicadoras devem apresentar um rápido desenvolvimento, fácil cultivo e sensibilidade ao resíduo do herbicida (Santos et al., 2013).

Herbicidas auxínicos apresentam facilidade para caracterização dos sintomas de intoxicação produzidos nas folhas de espécies dicotiledôneas, por isso, são mais utilizados para detecção de resíduos desses herbicidas nos solos (Thill, 2003).

Desse modo, objetivou-se com este trabalho avaliar plantas indicadoras a resíduos dos herbicidas triclopyr, 2,4-D e a mistura 2,4-D + picloram aplicados em pastagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa foi realizada a aplicação dos herbicidas em área de pastagem de *Paspalum notatum* (grama batatais) infestada por plantas daninhas, principalmente dicotiledôneas (*Eupatorium maximilianii* – mata-pasto e *Senna obtusifolia* L. – fedegoso), pertencente à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, em Couto de Magalhães de Minas – MG (18° 4' de latitude sul, 43° 28' de longitude oeste e 733 metros de altitude). O clima da região é subtropical úmido, Cwa segundo a classificação climática de Köppen-Geiger.

A precipitação pluviométrica registrada desde a aplicação dos herbicidas até a última coleta foi de 630 mm.

O solo da área de pastagem utilizado para condução da primeira fase do experimento foi amostrado na profundidade de 0-20 cm, antes da aplicação dos herbicidas. O solo é classificado como latossolo vermelho-amarelo distrófico e apresentou textura argilo-arenosa com caracterização química descrita abaixo (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental na camada de 0-20 cm de profundidade, Couto de Magalhães de Minas - MG.

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	MO	Areia	Argila	Silte
H ₂ O	mg/dm ³		cmol _c /dm ³						%		
5,12	1,02	25,30	0,40	0,20	0,76	5,20	0,66	0,70	47	53	12

A segunda etapa foi conduzida em casa de vegetação do Campus JK na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, em Diamantina – MG (18° 14' de latitude sul, 43° 36' de longitude oeste e 1.288 metros de altitude). O clima da região é tropical de altitude, Cwb segundo a classificação climática de Köppen-Geiger.

A temperatura média máxima, média mínima e média total registrada diariamente na casa de vegetação durante os 40 dias de cultivo de cada coleta estão apresentadas na Figura 1.

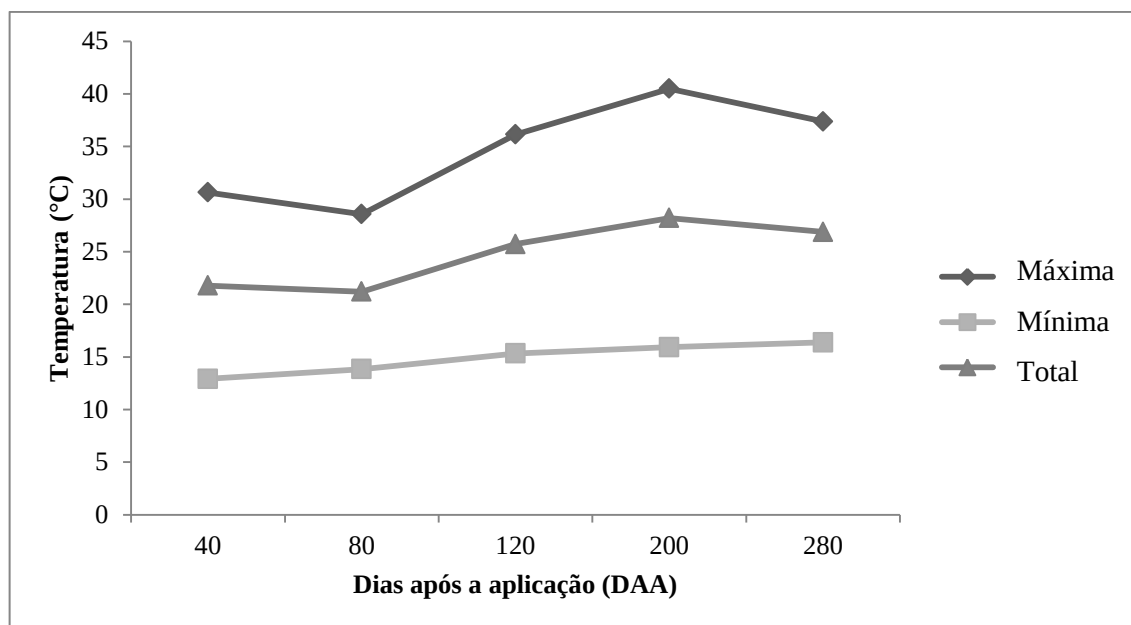


Figura 1: Temperatura média máxima, média mínima e média total registrada durante os 40 dias de cultivo em casa de vegetação, dos cultivos realizados aos 40, 80, 120, 200 e 280 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial $(3 \times 7) + 7$ sendo três herbicidas: triclopyr (960 g ha^{-1} do equivalente ácido triclopyr); 2,4-D (1.340 g ha^{-1} do equivalente ácido 2,4-D) e a mistura 2,4-D + picloram ($720 + 192 \text{ g ha}^{-1}$ do equivalente ácido 2,4-D + picloram) aplicados na pastagem descrita anteriormente, na dose recomendada pelo fabricante para controle de plantas daninhas, e sete espécies indicadoras: *Cucumis sativus* (pepino), *Zea mays* (milho, híbrido Santa Helena 5050), *Sorghum bicolor* (sorgo, híbrido BRS 655), *Stizolobium aterrimum* (mucuna preta), *Cajanus cajan* (feijão guandu), *Dolichos lablab* (lab-lab) e *Medicago sativa* (alfafa), mais sete testemunhas sem herbicida (espécies indicadoras cultivadas em solos sem aplicação de herbicida), totalizando 28 tratamentos.

A aplicação dos herbicidas foi realizada em condições ambientais adequadas, utilizando um pulverizador costal, com bico de jato plano (leque) TT 110 02, com alcance de 1,0 m. Durante a aplicação foi mantido a altura da barra de 50 cm do alvo e a pressão constante de 200 kPa.

Aos 40, 80, 120, 200 e 280 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA) foram coletados aleatoriamente, em cada parcela, amostras de solo na profundidade de 0 a 20 cm, para condução da segunda etapa do experimento em casa de vegetação, no município de Diamantina. O solo coletado foi peneirado, corrigido quanto a acidez com calcário dolomítico e realizado adubação relativa a 400 kg da formulação N P K (8-28-16). Logo após a correção

do solo, foram semeadas dez sementes por vaso de cada espécie indicadora e posteriormente realizado o desbaste deixando-se duas plantas por vaso. As plantas indicadoras foram cultivadas por um período de 40 dias em vasos de polietileno de 7 L de volume, revestidos com filme de polietileno, visando evitar perda do herbicida por lixiviação. Durante os 40 dias de cultivo das plantas indicadoras foram realizadas irrigações diárias mantendo-se a umidade do solo próximo a 80% da capacidade de campo. Aos 20 dias após a semeadura (DAS) foi efetuada uma adubação em cobertura com um grama de ureia previamente diluída em água, por vaso.

Aos 20 e 40 DAS, a intoxicação das espécies indicadoras foi avaliada visualmente utilizando-se uma escala de 1 a 4, em que 1 representa ausência de toxidade (plantas normais); 2 intoxicação leve (intoxicação evidente apenas no limbo foliar, com dobramentos nas bordas); 3 intoxicação moderada (plantas com dobramentos mais intensos, aumento de crescimento e epinastia) e 4 intoxicação severa (redução da área do limbo foliar com intensos dobramentos, epinastia, engrossamento das gemas terminais, chegando a morte) (Figura 2). Esse procedimento foi realizado por dois avaliadores “as cegas” (EWRC, 1964). Nesse mesmo período foram avaliadas as alturas das plantas de cada vaso, utilizando régua graduada, tendo como referência o meristema apical até o nível do solo. Concomitantemente, foi determinado os teores de clorofila total da folha mais nova totalmente desenvolvida, entre as 8 e as 10h, utilizando o medidor portátil de clorofila SPAD-502, realizando a medição na folha expandida, na parte central do limbo (gramíneas) ou folíolo central (leguminosas), evitando as nervuras.

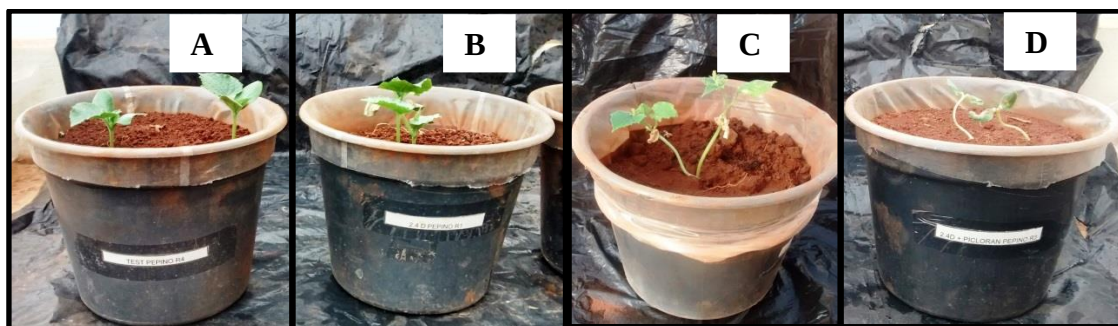


Figura 2: Escala de 1 a 4 de intoxicação visual em plantas de pepino, em que 1 representa ausência de toxidade (Figura 2-A); 2 intoxicação leve (Figura 2-B); 3 intoxicação moderada (Figura 2-C) e 4 intoxicação severa (Figura 2-D).

Aos 40 DAS, as plantas indicadoras foram colhidas e o material separado nas frações folhas verdes, caules ou colmos verdes e raízes. As folhas, colmos/caules e raízes foram pesadas em balança analítica, posteriormente, o material foi levado a estufa de circulação forçada de ar a temperatura média de 60 °C, até atingir massa constante, visando a determinação da massa seca de raízes, colmos/caules e folhas.

Os dados de intoxicação foram discutidos apenas com base nos sintomas apresentados pelas plantas indicadoras, sem a realização da análise estatística. Já os demais dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas entre os herbicidas por meio do Teste de Tukey, adotando-se 5% como nível crítico para o erro tipo I. Além disso, foram feitas comparações entre as testemunhas e cada herbicida aplicado, utilizando o Teste de Dunnet, também a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Intoxicação

Resíduos de triclopyr (Tabela 2) somente foram observados na primeira amostragem, realizada aos 40 dias após a aplicação (DAA), gerando leve intoxicação nas plantas de *Cucumis sativus* (pepino), *Cajanus cajan* (feijão guandu) e *Medicago sativo* (alfafa). Sob efeito do triclopyr plantas de pepino, feijão guandu e alfaça apresentaram leve intoxicação aos 20 dias após a semeadura (DAS), não sendo observadas injúrias aos 40 DAS (Figura 3).



Figura 3: Plantas de pepino aos 20 dias após a semeadura (DAS), cultivadas 40 dias após aplicação dos herbicidas (DAA), em solos tratados com os herbicidas 2,4-D, triclopyr e a mistura 2,4-D + picloram, e sem aplicação de herbicida.

Nos solos tratados com aplicação de triclopyr (Tabela 2) não foi observada intoxicação nas plantas de *Stizolobium aterrimum* (mucuna preta).

Esses resultados apontam que o pepino, feijão guandu e alfaça são boas indicadoras de resíduo no solo de triclopyr.

Resíduos de 2,4-D (Tabela 2) somente foram observados na primeira amostragem, realizada aos 40 DAA, gerando leve intoxicação aos 20 DAS nas plantas de pepino, mucuna preta, feijão guandu e alfaça, não sendo observada intoxicação no pepino e mucuna preta aos 40 DAS (Figura 3).

Pepino, mucuna preta, feijão guandu e alfaça demonstraram serem boas indicadoras para o resíduo de 2,4-D.

Resíduos da mistura 2,4-D + picloram nas amostras de solos coletados aos 40, 80, 120, 200 e 280 DAA foram observados nas plantas de pepino, mucuna preta, feijão guandu e alfaça (Tabela 2). O resíduo da mistura 2,4-D + picloram ocasionou a morte das plantas aos 40 DAS, até os 280 DAS. Entretanto, as amostras de solo coletadas aos 280 DAA apresentaram menores intoxicações nas plantas de pepino, mucuna preta e alfaça aos 20 DAS, contudo, aos 40 DAS foi observado a morte das plantas (Figura 4).

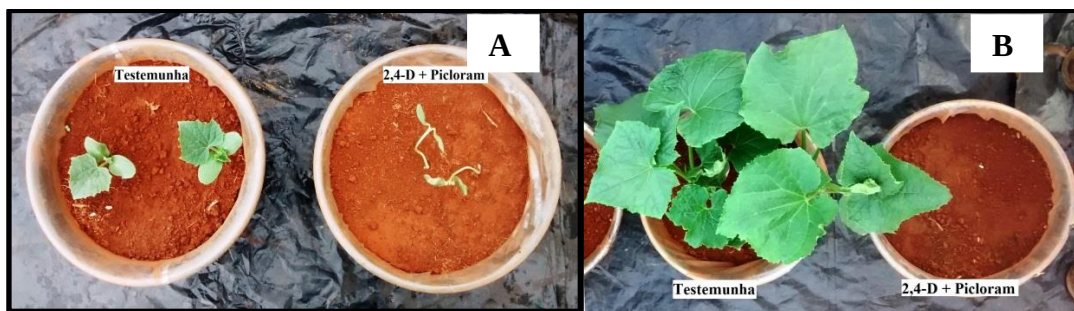


Figura 4: Plantas de pepino aos 20 dias após a semeadura (A) e 40 dias após a semeadura (B), cultivadas 280 dias após aplicação dos herbicidas (DAA), em solos tratados com a mistura 2,4-D + picloram e sem aplicação de herbicida.

Mesmo com a redução das notas de intoxicação ao longo dos cultivos realizados, a mistura 2,4-D + picloram gerou grandes danos as plantas de pepino, mucuna preta, feijão guandu e alfafa, sendo que em todos os cultivos avaliados foi atribuído nota máxima, aos 40 DAS. Esses resultados demonstram que essas espécies apresentam grande sensibilidade a mistura, sendo boas indicadoras do resíduo dessas moléculas químicas no solo.

Tabela 2: Intoxicação de plantas de *Cucumis sativus* (pepino), *Stizolobium aterrimum* (mucuna preta), *Cajanus Cajan* (feijão guandu) e *Medicago sativa* (alfafa) cultivadas em amostras de solo tratadas com triclopyr, 2,4-D e 2,4-D + picloram, coletadas aos 40, 80, 120, 200 e 280 dias após a aplicação (DAA) e avaliadas aos 20 e 40 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento – Pepino	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	3	4	3	4	3	4	3	4	2	4
2,4-D	1,75	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Triclopyr	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Testemunha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tratamento – Mucuna preta	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	3,5	4	3,25	4	3,25	4	2,75	4	1,75	4
2,4-D	1,75	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Triclopyr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Testemunha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tratamento – Feijão guandu	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	2,75	4	2,5	4	2,5	4	2,5	4	2,75	4
2,4-D	1,5	1,75	1	1	1	1	1	1	1	1
Triclopyr	1,25	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Testemunha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tratamento – Alfafa	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	3,5	4	3,25	4	3,75	4	2,5	4	2	4
2,4-D	1,75	1,75	1	1	1	1	1	1	1	1
Triclopyr	1,75	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Testemunha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

* Escala de intoxicação: ausência (1), leve (2), moderada (3) e severa (4).

Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2006) que avaliaram o efeito residual de herbicidas auxínicos em pastagens cultivadas, e encontraram efeitos de intoxicação severos em plantas de pepinos cultivadas em solos tratados com 2,4-D + picloram ($720 + 192 \text{ g ha}^{-1}$) aos 180 DAA, na profundidade de coleta de 0-10 cm. Entretanto, D'Antonino et al. (2009a) avaliaram o efeito de culturas na persistência de herbicidas auxínicos no solo, e verificaram persistência do 2,4-D + picloram ($960 + 256 \text{ g ha}^{-1}$) em amostras coletadas até 150 DAA, sob plantas de pepino como indicadora. Esses últimos autores citam que a baixa persistência do herbicida pode ter sido pelo elevado volume de chuvas durante o período de 50 a 120 DAA, o que não ocorreu no presente trabalho, cuja precipitação média foi de 630 mm durante o período experimental.

D'Antonino et al. (2009b) avaliaram a lixiviação do picloram em dois solos, com diferentes valores de pH, e verificaram lixiviação do picloram pelo fato do solo apresentar baixo teor de matéria orgânica e pH do solo acima do pKa do picloram. O solo utilizado no presente estudo (Tabela 1) apresentava características semelhantes ao solo utilizado por esses autores, entretanto, resíduos de 2,4-D + picloram foram encontrados em amostras coletadas aos 280 DAA (Tabela 2).

Carmo et al. (2008) concluíram que a mucuna preta apresenta elevada susceptibilidade ao resíduo de picloram no solo, sendo encontrados aos 84 DAA intoxicação máxima nas doses a partir de 160 g ha^{-1} . Assim como no presente trabalho, a mucuna preta apresentou sensibilidade a molécula de 2,4-D + picloram no solo.

Resíduos de triclopyr não foram observados em plantas de *Dolichos lablab* (lab-lab) nas amostragens avaliadas no presente trabalho (Tabela 3). No entanto, foi observado aos 40 DAA efeito residual de 2,4-D nas plantas de lab-lab aos 20 DAS. Esses resultados apontam que essa espécie não é uma boa indicadora desses herbicidas no solo. Santos et al. (2012) reportam que o baixo período residual dos herbicidas triclopyr e 2,4-D é de grande interesse, pois, reduz potenciais riscos de contaminação ambiental e disponibiliza a área para plantios de culturas sensíveis em períodos relativamente curto.

Tabela 3: Intoxicação de plantas de *Dolichos lablab* (lab-lab) cultivadas em amostras de solo tratadas com triclopyr, 2,4-D e 2,4-D + picloram, coletadas aos 40, 80, 120, 200 e 280 dias após a aplicação (DAA) e avaliadas aos 20 e 40 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento – Lab-lab	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	4	4	2,5	4	2,25	4	2	4	1,75	3,25
2,4-D	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Triclopyr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Testemunha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

* Escala de intoxicação: ausência (1), leve (2), moderada (3) e severa (4).

A mistura de herbicidas 2,4-D + picloram gerou intoxicações severas nas plantas de lab-lab, no entanto, com o passar das coletas, as intoxicações tiveram reduções, sendo que, aos 280 DAA o efeito residual do herbicida não levou as plantas a morte (Tabela 3), apesar de causar severas injúrias, diferentemente de todas as espécies anteriores. Esses resultados apontam que essa espécie pode não ser uma boa indicadora dessa molécula herbicida em menores doses. Entretanto, pode ser uma espécie biorremediadora por tolerar a molécula química desse herbicida após 280 DAA.

Não foi observada intoxicação dos resíduos dos herbicidas 2,4-D e triclopyr no milho e sorgo (Figura 5) (Tabela 4).

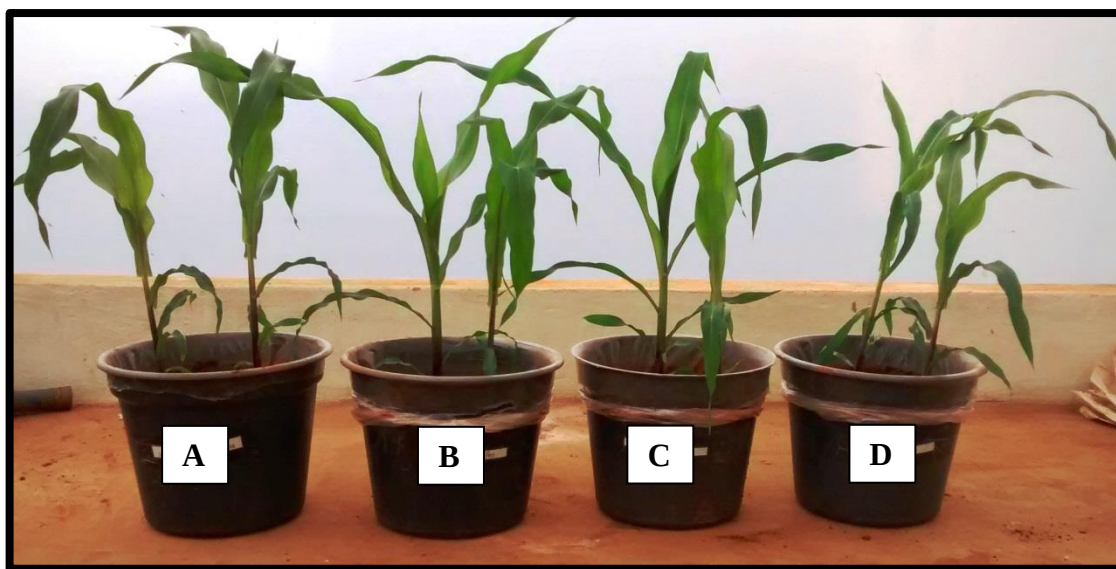


Figura 5: Plantas de milho aos 40 DAS cultivadas 40 DAA em solos tratados com os herbicidas 2,4-D (B), triclopyr (C) e a mistura 2,4-D + picloram (D), e sem aplicação de herbicida (A).

D'Antonino et al. (2009a) observaram uma sensibilidade do milho (cultivar AG 2060) ao 2,4-D + picloram, no entanto, apesar de a mistura ter afetado negativamente a produção de matéria seca das plantas de milho, a produção final de grãos não foi alterada.

Tabela 4: Intoxicação de plantas de *Zea mays* (milho) e *Sorghum bicolor* (sorgo) cultivadas em amostras de solo tratadas com triclopyr, 2,4-D e 2,4-D + picloram, coletadas aos 40, 80, 120, 200 e 280 dias após a aplicação (DAA) e avaliadas aos 20 e 40 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento – Milho	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2,4-D	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Triclopyr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Testemunha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tratamento – Sorgo	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2,4-D	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Triclopyr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Testemunha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

* Escala de intoxicação: ausência (1), leve (2), moderada (3) e severa (4).

Diferente ao observado das demais plantas, o 2,4-D + picloram apresentou intoxicação nas plantas de milho e sorgo somente na coleta de 40 DAA, apresentando leve intoxicação inicial nas plantas aos 20 DAS (Tabela 4). Carmo et al. (2008) avaliaram a intoxicação de espécies cultivadas em solos contaminados com diferentes doses de picloram, e observaram aos 84 DAA intoxicação no milho de 8,7% na dose de 160 g ha⁻¹. Esses resultados demonstram que os híbridos de milho e sorgo utilizados nesse ensaio não apresentam susceptibilidade aos herbicidas aplicados.

Clorofila total

No primeiro cultivo, realizado aos 40 DAA, não foi observado diferença nos teores de clorofila no pepino nas avaliações realizadas aos 20 DAS (Tabela 5). Aos 40 DAS os solos tratados com os herbicidas triclopyr e 2,4-D não causaram redução nos teores de clorofila total do pepino, indicando baixa permanência dos mesmos no solo.

Observou-se alteração do teor de clorofila de plantas de feijão guandu e alfafa submetidas ao 2,4-D e triclopyr aos 40 DAA, em relação à testemunha (Tabela 5). As plantas de feijão guandu e alfafa demonstraram maior sensibilidade ao resíduo desses herbicidas no solo, quando comparadas as outras duas espécies (pepino e mucuna preta).

Tabela 5: Clorofila total de plantas de *Cucumis sativus* (pepino), *Stizolobium aterrimum* (mucuna preta), *Cajanus Cajan* (feijão guandu) e *Medicago sativa* (alfafa) cultivadas em amostras de solo tratadas com triclopyr, 2,4-D e 2,4-D + picloram, coletadas aos 40, 80, 120, 200 e 280 dias após a aplicação (DAA) e avaliadas aos 20 e 40 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento – Pepino	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	36 a	0 b*	45 a	0 b*	49 a	0 b*	37 a	0 b*	39 a	0 b*
2,4-D	40 a	40 a	43 a	42 a	47 a	48 a	39 a	39 a	38 a	48 a
Triclopyr	41 a	41 a	43 a	41 a	47 a	48 a	38 a	41 a	38 a	49 a
Testemunha	44	46	44	42	45	44	39	41	38	49
CV %	13,15	14,32	6,11	11,22	6,32	9,69	8,14	7,78	6,71	8,53
Tratamento – Mucuna preta	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	32 b*	0 b*	26 b*	0 b*	36 b*	0 b*	35 b*	0 b*	25 b*	0 b*
2,4-D	33 b*	40 a	36 a	39 a	50 a	49 a	42 a	42 a	39 a	40 a
Triclopyr	39 a	42 a	36 a	39 a	50 a	47 a	42 a	43 a	40 a	41 a
Testemunha	42	41	39	39	51	51	41	43	39	39
CV %	6,22	9,19	5,56	5,37	9,74	11,02	6,49	8,63	9,32	7,36
Tratamento – Feijão guandu	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	22 b*	0 c*	21 b*	0 b*	30 b*	0 b*	37 b*	0 b*	19 b*	0 b*
2,4-D	30 a*	31 a*	34 a	35 a	44 a	45 a	47 a	47 a	44 a	43 a
Triclopyr	30 a*	29 b*	33 a	35 a	45 a	44 a	46 a	46 a	44 a	43 a
Testemunha	36	35	36	35	43	45	49	47	47	43
CV %	6,16	8,02	7,94	6,60	5,95	7,05	4,92	7,06	12,60	8,38
Tratamento – Alfafa	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	25 b*	0 b*	26 b*	0 b*	24 b*	0 b*	35 b*	0 b*	36 a	0 b*
2,4-D	28 a*	31 a*	34 a	32 a	40 a	49 a	42 a	46 a	39 a	43 a
Triclopyr	28 a*	28 a*	33 a	32 a	39 a	48 a	43 a	46 a	37 a	42 a
Testemunha	32	33	35	33	40	48	41	45	39	43
CV %	7,18	6,82	6,95	7,42	8,84	11,32	8,18	9,15	6,50	8,81

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro. ** Doses aplicadas: 2,4-D (1.340 g ha⁻¹ e.a.); triclopyr (960 g ha⁻¹ e.a.) e 2,4-D + picloram (720 + 192 g ha⁻¹ e.a.)

Foram observados resultados semelhantes para o resíduo da mistura 2,4-D + picloram, nos cultivos realizados aos 80 até 280 DAA para as espécies de pepino, mucuna preta, feijão guandu e alfafa (Tabela 5). O resíduo da mistura nos solos cultivados apresentou efeito nas plantas, levando às mesmas a morte e consequentemente valores nulos para o teor de clorofila.

No cultivo realizado aos 40 DAA, foi observada redução dos teores de clorofila total aos 20 DAS nas plantas de lab-lab cultivadas em solos tratados com os herbicidas estudados (Tabela 6), não sendo observadas reduções dos teores de clorofila nas avaliações seguintes. Na avaliação visual de intoxicação (Tabela 3), não foi observada nessa data, intoxicação as plantas cultivadas em solos tratados com triclopyr, no entanto, foi observada redução do teor de clorofila quando comparado à testemunha.

Os solos tratados com a mistura 2,4-D + picloram apresentaram resultados semelhantes às espécies anteriores, para os cultivos realizados com 40, 80, 120 e 200. Entretanto, aos 280 DAA, a lab-lab apresentou menor susceptibilidade quando comparada as espécies estudadas anteriormente, pois, apesar de apresentar intoxicação moderada a severa (Tabela 3), as plantas de lab-lab apresentavam atividade fotossintética (Tabela 6).

Tabela 6: Clorofila total de plantas de *Dolichos lablab* (lab-lab) cultivadas em amostras de solo tratadas com triclopyr, 2,4-D e 2,4-D + picloram, coletadas aos 40, 80, 120, 200 e 280 dias após a aplicação (DAA) e avaliadas aos 20 e 40 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento – Lab-lab	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	0 b*	0 b*	29 b*	0 b*	38 b*	0 b*	26 b*	0 b*	35 b*	17 b*
2,4-D	32 a*	44 a	43 a	42 a	49 a	52 a	43 a	43 a	46 a	44 a
Triclopyr	34 a*	44 a	44 a	44 a	49 a	50 a	46 a	43 a	45 a	43 a
Testemunha	42	45	42	43	50	48	43	43	46	43
CV %	5,57	4,53	3,74	10,35	8,20	7,32	6,79	10,15	11,53	8,91

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro. ** Doses aplicadas: 2,4-D (1.340 g ha⁻¹ e.a.); triclopyr (960 g ha⁻¹ e.a.) e 2,4-D + picloram (720 + 192 g ha⁻¹ e.a.)

Resíduos de triclopyr e 2,4-D não alteraram os teores de clorofila total, em relação à testemunha nas diferentes épocas avaliadas (Tabela 7) das plantas de milho e sorgo cultivadas.

Foi observado redução dos teores de clorofila total de milho e sorgo cultivado no solo tratado com a mistura 2,4-D + picloram aos 40 DAA, em relação aos demais herbicidas e à testemunha estudados em todas as épocas avaliadas. O mesmo tratamento reduziu o teor de clorofila aos 20 DAS, das plantas de milho cultivadas em solos coletados aos 80 DAA. Já para as plantas de sorgo, foi observada redução dos teores de clorofila total nas avaliações realizadas aos 20 e 40 DAS, aos 80 DAA.

Embora os resultados de intoxicação observado nessas espécies tenham sido detectados apenas com a mistura 2,4-D + picloram aos 40 DAA, os dados de clorofila apontam que as plantas foram afetadas fisiologicamente pela molécula herbicida picloram, até os 80 DAA. Belo et al. (2011) avaliaram os efeitos do picloram sobre as características fotossintéticas do milho, e observaram que essa espécie mostrou-se tolerante ao herbicida, na dose de 160 g ha⁻¹ aplicado em pré-emergência.

Tabela 7: Clorofila total de plantas de *Zea mays* (milho) e *Sorghum bicolor* (sorgo) cultivadas em amostras de solo tratadas com triclopyr, 2,4-D e 2,4-D + picloram, coletadas aos 40, 80, 120, 200 e 280 dias após a aplicação (DAA) e avaliadas aos 20 e 40 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento – Milho	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	14 b*	23 b*	17 b*	28 a	33 a	36 a	44 a	44 a	43 a	46 a
2,4-D	32 a	30 a	30 a	29 a	35 a	36 a	46 a	45 a	42 a	43 a
Triclopyr	30 a	30 a	29 a	30 a	34 a	35 a	45 a	45 a	43 a	44 a
Testemunha	34	32	30	30	35	36	44	44	43	43
CV %	18,84	8,50	10,10	5,08	12,43	5,79	10,78	6,34	7,88	5,10
Tratamento – Sorgo	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	19 b*	19 b*	20 b*	19 b*	41 a	43 a	33 a	34 a	39 a	35 a
2,4-D	24 a	25 a	23	23	41 a	40 a	33 a	35 a	40 a	35 a
Triclopyr	26 a	26 a	24	25	44 a	43 a	35 a	36 a	41 a	35 a
Testemunha	25	28	24	24	40	40	36	38	41	36
CV %	4,17	11,03	4,03	9,80	14,34	7,19	12,16	8,12	9,10	11,96

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro. ** Doses aplicadas: 2,4-D (1.340 g ha⁻¹ e.a.); triclopyr (960 g ha⁻¹ e.a.) e 2,4-D + picloram (720 + 192 g ha⁻¹ e.a.)

Altura de planta

Resíduos da mistura 2,4-D + picloram apresentaram efeitos semelhantes para altura de plantas nos cultivos realizados aos 40, 80, 120 e 200 DAA (Tabela 8). Nessas datas as plantas de pepino apresentaram maior crescimento em relação aos demais tratamentos e testemunha nas avaliações realizadas aos 20 DAS, efeito resultante do picloram, o qual provoca intensa divisão celular nas plantas, levando ao crescimento desordenado das células, epinastia das folhas e retorcimento do caule (Santos et al., 2013). Após o aparecimento desses sintomas pode ocorrer a morte das plantas, assim como foi observado aos 40 DAS. Para as espécies mucuna preta e alfafa foram observados redução da altura das plantas cultivadas nesse tratamento (Tabela 8). As plantas de feijão guandu apresentaram redução na altura das plantas apenas aos 40 DAA.

Tabela 8: Altura de plantas de *Cucumis sativus* (pepino), *Stizolobium aterrimum* (mucuna preta), *Cajanus Cajan* (feijão guandu) e *Medicago sativa* (alfafa) cultivadas em amostras de solo tratadas com triclopyr, 2,4-D e 2,4-D + picloram, coletadas aos 40, 80, 120, 200 e 280 dias após a aplicação (DAA) e avaliadas aos 20 e 40 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento – Pepino	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	8,02 a*	0 b*	8,82 a*	0 b*	14,22 a*	0 b*	14,27 a*	0 b*	11,07 a	0 b*
2,4-D	6,05 b	18 a*	6,80 b	20,07 a	9,56 b	28,42 a	10,90 b	29,22 a	11,25 a	29,42 a
Triclopyr	6,10 b	19,10 a	6,70 b	19,35 a	10,61 b	29,81 a	10,82 b	30,32 a	11,85 a	29,35 a
Testemunha	6,55	21,42	6,72	21,45	10,15	29,51	10,45	29,05	11,02	28,97
CV %	11,23	10,21	11,23	9,77	8,65	7,87	9,87	11,23	15,43	9,87
Tratamento – Mucuna preta	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	3,95 b*	0 b*	6,82 b*	0 b*	6,1 b*	0 b*	12,52 b*	0 b*	19,15 b*	0 b*
2,4-D	13,45 a	49,07 a	14,50 a	45,30 a	18,33 a	47,41 a	21,90 a	54 a	25,27 a	51,62 a
Triclopyr	13,60 a	49,42 a	13,67 a	45,85 a	19,45 a	48,78 a	22,17 b	54,70 a	26,15 a	52,97 a
Testemunha	12,95	49,20	13,85	45,84	20,72	46,85	21,07	52,67	24,95	52,12
CV %	12,34	9,77	7,66	12,23	16,45	14,20	9,88	9,60	12,31	12,23
Tratamento – Feijão guandu	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	2,97 b*	0 b*	12,87 a	0 b*	13,77 a	0 b*	16,22 a	0 b*	15,95 a	0 b*
2,4-D	13,30 a	30,60 a	14,20 a	29,72 a	13,75 a	31,46 a	16,57 a	34,60 a	16,07 a	43,92 a
Triclopyr	13,92 a	31,60 a	14,07 a	29,05 a	14,55 a	30,55 a	15,45 a	36,07 a	16,57 a	44,07 a
Testemunha	13,45	31,75	13,60	28,55	14,72	32	14,92	35,40	17,17	42,95
CV %	8,78	11,20	8,78	10,23	11,23	8,98	10,23	9,98	10,23	9,87
Tratamento – Alfafa	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	0,95 b*	0 b*	0,90 b*	0 b*	0,89 b*	0 b*	1 b*	0 b*	3,90 a	0 b*
2,4-D	2,45 a	15,40 a	2,55 a	14,45 a	3,90 a	17,77 a	4,27 a	17,92 a	4,12 a	17,09 a
Triclopyr	2,57 a	15,47 a	2,57 a	15,67 a	3,75 a	18,47 a	4,24 a	18,05 a	3,97 a	16,60 a
Testemunha	2,45	16,20	2,35	14,92	3,67	18,94	4,02	18,10	4,22	17,05
CV %	8,87	11,24	14,23	11,23	10,22	10,22	12,33	8,99	9,65	15,23

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro. ** Doses aplicadas: 2,4-D (1.340 g ha⁻¹ e.a.); triclopyr (960 g ha⁻¹ e.a.) e 2,4-D + picloram (720 + 192 g ha⁻¹ e.a.)

No cultivo realizado aos 280 DAA, observa-se que houve uma redução do resíduo da mistura 2,4-D + picloram no solo (Tabela 8), pois, a altura das plantas não diferiu dos demais tratamentos e testemunha na avaliação realizada aos 20 DAS, exceção a mucuna preta. Para todas as épocas avaliadas, as plantas apresentam ausência de altura aos 40 DAS, em função da morte dessas espécies pelo 2,4-D + picloram (Tabela 8).

Os solos tratados com os herbicidas 2,4-D e triclopyr não afetaram a altura das plantas de pepino, feijão guandu, mucuna preta e alfafa, em todas as coletas realizadas (Tabela 8), com exceção do resíduo de 2,4-D que afetou negativamente a altura das plantas de pepino aos 40 DAS, na primeira coleta, realizada aos 40 DAA.

Silva et al. (2010) avaliaram o efeito residual do 2,4-D sobre a soja e observaram que o cultivo da espécie 14 DAA gerou redução da altura das plantas na dose de 1.005 g ha^{-1} e.a. Embora, o 2,4-D apresente persistência curta no solo, com média de 30 dias (Rodrigues e Almeida, 2011), foi observado na atual pesquisa que o herbicida persistiu no solo, pois, o pepino apresentou redução na altura, quando cultivado em solos coletados aos 40 DAA, tratados com essa molécula herbicida.

Diferentemente das demais plantas avaliadas, a alfafa apresenta um desenvolvimento inicial lento, prejudicando a avaliação dos sintomas dos herbicidas, bem como as mensurações de clorofila e altura, não sendo recomendada como planta indicadora.

Resíduos de 2,4-D e triclopyr não alteraram a altura das plantas de lab-lab (Tabela 9).

Tabela 9: Altura de plantas de *Dolichos lablab* (lab-lab) cultivadas em amostras de solo tratadas com triclopyr, 2,4-D e 2,4-D + picloram, coletadas aos 40, 80, 120, 200 e 280 dias após a aplicação (DAA) e avaliadas aos 20 e 40 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento – Lab-lab	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	0 b*	0 b*	13,02 a	0 b*	14,11 a	0 b*	14,95 a	0 b*	15,90 a	26,15 b*
2,4-D	13,30 a	26,22 a	13,17 a	26,42 a	15,62 a	34,61 a	14,97 a	36,25 a	16,45 a	31,52 a
Triclopyr	13,40 a	25,37 a	13,17 a	26,30 a	15,15 a	34,85 a	15,22 a	37,15 a	16,57 a	31,95 a
Testemunha	13,07	27,07	13,80	27,27	14,95	34,72	14,87	38,15	16,37	32,62
CV %	10,23	8,78	17,54	9,65	9,87	9,87	10,22	15,23	14,22	9,78

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro. ** Doses aplicadas: 2,4-D (1.340 g ha⁻¹ e.a.); triclopyr (960 g ha⁻¹ e.a.) e 2,4-D + picloram (720 + 192 g ha⁻¹ e.a.)

O tratamento com aplicação da mistura 2,4-D + picloram resultou na morte das plantas de lab-lab a partir dos 20 DAS, aos 40 DAA (Tabela 9). Os solos coletados aos 80, 120 e 200 DAA apresentaram redução dos níveis de resíduo da mistura de herbicidas no solo. Como pode ser observado na Tabela 9, o resíduo não afetou a altura das plantas aos 20 DAS, porém, aos 40 DAS ocorreu à morte das plantas.

As avaliações da altura das plantas de lab-lab realizadas aos 280 DAA apontam uma diminuição do resíduo da mistura 2,4-D + picloram, sendo que, houve uma redução no crescimento das plantas aos 40 DAS. Indicando a persistência dessas moléculas herbicidas no solo, em quantidades que não levaram essa espécie a morte, diferentemente do observado nas espécies anteriores.

Os herbicidas não afetaram o crescimento das plantas de milho e sorgo cultivadas em solos tratados com triclopyr, 2,4-D e 2,4-D + picloram (Tabela 10).

Tabela 10: Altura de plantas de *Zea mays* (milho) e *Sorghum bicolor* (sorgo) cultivadas em amostras de solo tratadas com triclopyr, 2,4-D e 2,4-D + picloram, coletadas aos 40, 80, 120, 200 e 280 dias após a aplicação (DAA) e avaliadas aos 20 e 40 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento – Milho	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	21,40 a	53,12 a	21,60 a	49,72 a	28,02 a	57,46 a	28,87 a	55,35 a	26,10 a	55,25 a
2,4-D	21,77 a	50,82 a	21 a	49,35 a	26,11 a	56,82 a	28,15 a	53,35 a	26,75 a	54,52 a
Triclopyr	20,20 a	50,20 a	21,65 a	49,05 a	27,50 a	55,72 a	28,75 a	54,42 a	27 a	55,15 a
Testemunha	22,95	51,87	22,97	48,62	27,57	58,13	27,77	54,65	26,70	55,95
CV %	10,22	9,44	9,76	7,65	6,54	9,64	10,23	9,12	9,76	9,87
Tratamento – Sorgo	40 DAA		80 DAA		120 DAA		200 DAA		280 DAA	
	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS	20 DAS	40 DAS
2,4-D + Picloram	16,17 a	42 a	16,45 a	33,87 a	19,86 a	58,87 a	19,56 a	45,62 a	27,20 a	54,17 a
2,4-D	16,55 a	41,47 a	16 a	32,27 a	21,16 a	55,47 a	18,82 a	42,72 a	28,35 a	55,47 a
Triclopyr	16,25 a	40,07 a	16,10 a	32,02 a	17,42 a	55,79 a	19,97 a	45,17 a	27,75 a	53,67 a
Testemunha	16,42	42,95	16,12	32,50	19,50	56,72	19,95	45,60	28,75	54,95
CV %	6,76	8,76	9,87	9,80	10,23	9,87	8,76	8,78	6,79	9,88

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro. ** Doses aplicadas: 2,4-D (1.340 g ha⁻¹ e.a.); triclopyr (960 g ha⁻¹ e.a.) e 2,4-D + picloram (720 + 192 g ha⁻¹ e.a.)

Massa seca

Dados de massa seca das espécies avaliadas aos 120 e 200 DAA foram semelhantes à coleta realizada aos 80 DAA, não sendo apresentados seus valores.

Parte aérea

As espécies pepino, mucuna preta, feijão guandu e alfafa apresentaram resultados semelhantes em relação a massa seca de folha, colmo/caule e massa seca total (Tabela 11). Observa-se que essas espécies são susceptíveis ao resíduo da mistura 2,4-D + picloram no solo, pois, houve a morte das plantas quando cultivadas em solos tratados com essa mistura. Esses resultados de massa seca comprovam os valores de intoxicação encontrados no presente trabalho, onde essas espécies apresentaram maiores valores de intoxicação, assim como observado na Tabela 2.

Observa-se que o pepino apresentou redução da massa seca de folha quando cultivado em solos tratados com 2,4-D aos 40 DAA, entretanto, não foi observada redução nas coletas realizadas posteriormente (Tabela 11). Esses resultados não estão de acordo com D'Antonino et al. (2009a), os quais não observaram aos 42 DAA resíduo no solo do herbicida 2,4-D, utilizando plantas de pepino como indicadora.

Hansen e Grossmann (2000) explicam que a produção de biomassa da planta é afetada devido a superdoses de etileno desencadeadas a partir da intoxicação com compostos auxínicos como o 2,4-D, provocando a síntese de ácido abscísico (ABA), que é destruído dentro da planta ocasionando o fechamento estomático, o que limita a assimilação de carbono.

As demais espécies não apresentaram diferença entre o tratamento com aplicação de 2,4-D e a testemunha. Esses resultados indicam que o pepino pode ser utilizado como boa espécie indicadora de solos contaminados com 2,4-D.

Não foi observado alteração na massa seca das espécies cultivadas nos solos tratados com o herbicida triclopyr (Tabela 11).

Tabela 11: Massa seca (g vaso⁻¹) de folhas vivas, caules vivos e total de plantas vivas de *Cucumis sativus* (pepino), *Stizolobium aterrimum* (mucuna preta), *Cajanus cajan* (feijão guandu) e *Medicago sativa* (alfafa) cultivadas em amostras de solo tratadas com triclopyr, 2,4-D e 2,4-D + picloram, coletados aos 40, 80 e 280 dias após a aplicação (DAA)

Tratamento – Pepino	40 DAA			80 DAA			280 DAA		
	Folha	Caule	Total	Folha	Caule	Total	Folha	Caule	Total
2,4 D + Picloram	0 c*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*
2,4-D	9,15 b*	10,12 a	19,27 a	12,42 a	10,87 a	23,30 a	15,10 a	13,22 a	28,32 a
Triclopyr	11,50 a	9,93 a	21,43 a	13,95 a	11,07 a	25,02 a	15,37 a	13,10 a	28,47 a
Testemunha	11,15	9,90	21,05	12,67	10,77	23,45	14,80	12,72	27,52
CV %	8,37	6,47	11,57	14,45	11,19	8,86	11,24	17,51	11,41
Tratamento – Mucuna preta	40 DAA			80 DAA			280 DAA		
	Folha	Caule	Total	Folha	Caule	Total	Folha	Caule	Total
2,4 D + Picloram	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*
2,4-D	14,05 a	11,40 a	26,45 a	18 a*	13,52 a*	31,52 a*	19,55 a	15,38 a	34,94 a
Triclopyr	14,45 a	12,21 a	26,66 a	17,40 a*	13,57 a*	30,97 a*	19,12 a	15,27 a	34,39 a
Testemunha	14,72	13,03	27,76	17,32	14	31,32	18,99	15	34
CV %	11,89	12,15	8,43	10,17	16,73	9,13	10,07	19,25	9,65
Tratamento – Feijão guandu	40 DAA			80 DAA			280 DAA		
	Folha	Caule	Total	Folha	Caule	Total	Folha	Caule	Total
2,4 D + Picloram	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*
2,4-D	9,97 a	7,42 a	17,40 a	11,70 a	9,22 a	20,92 a	13,22 a	11,50 a	24,73 a
Triclopyr	10,90 a	8,07 a	18,97 a	10,45 a	8,52 a	18,97 a	13,82 a	11,22 a	25,05 a
Testemunha	11,72	8,42	20,14	11,10	8,61	19,71	13,47	11,70	25,17
CV %	12,72	14,34	9,96	13,01	19,34	9,26	15,32	14,21	9,76
Tratamento – Alfafa	40 DAA			80 DAA			280 DAA		
	Folha	Caule	Total	Folha	Caule	Total	Folha	Caule	Total
2,4 D + Picloram	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*
2,4-D	6,35 a	6,60 a	12,95 a	7,92 a	6,30 a	14,22 a	9,62 a	7,20 a	16,83 a
Triclopyr	8 a	6,77 a	14,77 a	8,5 a	6,60 a	15,10 a	9,92 a	7,62 a	17,55 a
Testemunha	7,82	6,80	14,62	7,42	6,27	13,70	9,40	7,40	16,80
CV %	14,39	11,05	18,41	14,86	16,43	18,43	9,76	10,22	13,32

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro. ** Doses aplicadas: 2,4-D (1.340 g ha⁻¹ e.a.); triclopyr (960 g ha⁻¹ e.a.) e 2,4-D + picloram (720 + 192 g ha⁻¹ e.a.)

Diferentemente das espécies anteriores, o lab-lab se manteve vivo durante o cultivo com solo aos 280 DAA para o tratamento com aplicação da mistura 2,4-D + picloram (Tabela 12). Entretanto, as plantas apresentaram reduções de 37,33% na massa seca de folha e 30,90% na massa seca de caule, em comparação a testemunha. Esses resultados demonstram que a espécie apresenta potencial para ser utilizada como fitorremediadora de solos contaminados com a mistura 2,4-D + picloram, contudo, para permitir que a espécie sobreviva e atue como fitorremediadora é necessário um longo tempo de espera entre a aplicação do herbicida e a semeadura. Para essa espécie os herbicidas 2,4-D e triclopyr não influenciaram negativamente na massa seca das frações folha, caule e total (Tabela 12).

Tabela 12: Massa seca de folhas vivas, caules vivos e total de plantas vivas de lab-lab (*Dolichos lablab*) cultivadas em amostras de solo tratadas com triclopyr, 2,4-D e 2,4-D + picloram, coletados aos 40, 80 e 280 dias após a aplicação (DAA)

Tratamento	Massa seca (g vaso ⁻¹)								
	40 DAA			80 DAA			280 DAA		
	Folha	Caule	Total	Folha	Caule	Total	Folha	Caule	Total
2,4 D + Picloram	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	8,93 b*	7,67 b*	16,60 b*
2,4-D	11,07 a	9,65 a	20,72 a	13,07 a	10,77 a	23,85 a	14,28 a	12,15 a	26,44 a
Triclopyr	10,37 a	10,07 a	20,45 a	14,05 a	11,30 a	25,35 a	13,58 a	12,15 a	25,73 a
Testemunha	10,87	9,60	20,47	13,42	11,25	26,67	14,25	11,10	27,35
CV %	11,29	11,44	9,61	14,09	13,62	9,52	11,37	14,56	10,42

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro. ** Doses aplicadas: 2,4-D (1.340 g ha⁻¹ e.a.); triclopyr (960 g ha⁻¹ e.a.) e 2,4-D + picloram (720 + 192 g ha⁻¹ e.a.)

Os híbridos de milho e sorgo utilizados neste estudo não diferiram em nenhum tratamento e época (dados não apresentados). D'Antonino et al. (2009a) avaliaram a persistência do 2,4-D (960 g ha^{-1}) e a mistura 2,4-D + picloram ($256 + 960 \text{ g ha}^{-1}$), e encontraram resultados semelhantes para o sorgo, o qual não sofreu influência dos herbicidas aplicados no solo, um dia após a semeadura. Semelhante ao encontrado na presente pesquisa, Sousa (2013) avaliou as características do milho em sistema de plantio direto, submetido à aplicação de herbicidas, e não observou influência do 2,4-D (300 g ha^{-1}) sobre a massa seca total das plantas de milho avaliadas.

Raízes

Plantas de pepino, mucuna preta, feijão guandu e alfafa apresentaram resultados semelhantes quanto à influência dos herbicidas estudados para massa seca de raízes (Tabela 13). Solos contaminados com 2,4-D e triclopyr não reduziram a massa seca de raízes nas coletas realizadas aos 40, 80 e 280 DAA. Resíduos de 2,4-D + picloram foram observados em todos os cultivos realizados, levando as plantas a morte, sendo assim, apresentado valores nulos para massa seca de raízes (Tabela 13).

A lab-lab apresentou redução da massa radicular em plantas cultivadas em solos tratados com 2,4 D + picloram, aos 280 DAA (Tabela 13). Para as demais espécies, a ausência de raízes vivas demonstra a susceptibilidade das mesmas ao 2,4 D + picloram.

Experimentos realizados em vasos recobertos por plásticos, como o caso desse estudo, podem superestimar o resíduo do herbicida presente no solo, pois as raízes ao mesmo tempo que exsudam parte das moléculas químicas também as reabsorvem, já que se encontram solubilizadas na solução do solo, diferentemente de condições a campo, que parte das moléculas são perdidas por lixiviação e mais rapidamente degradadas pela microbiota do solo (Braga, 2013).

Os híbridos de milho e sorgo estudados no presente trabalho não apresentaram redução da massa seca de raízes (dados não apresentados).

Não foi observada redução da massa seca de raízes nos solos contaminados com os herbicidas 2,4-D e triclopyr em todas as espécies indicadoras (Tabela 13).

Tabela 13: Massa seca de raízes vivas de plantas de pepino (*Cucumis sativus*), mucuna preta (*Stizolobium atrrimum*), feijão guandu (*Cajanus cajan*), alfafa (*Medicago sativa*) e lab-lab (*Dolichos lablab*) cultivadas em amostras de solo tratadas com triclopyr, 2,4-D e 2,4-D + picloram, coletados aos 40, 80 e 280 DAA dias após a aplicação (DAA)

Tratamento	Massa seca (g vaso ⁻¹)								
	Pepino			Mucuna preta			Feijão guandu		
	40 DAA	80 DAA	280 DAA	40 DAA	80 DAA	280 DAA	40 DAA	80 DAA	280 DAA
2,4 D + Picloram	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*
2,4-D	8,25 a	11,07 a	14,82 a	14,22 a	16,92 a	15,22 a	9,87 a	10,67 a	13,22 a
Triclopyr	9,85 a	10,05 a	15 a	15,10 a	16,35 a	15,67 a	10,93 a	11,55 a	14,58 a
Testemunha	9,67	12,42	15,05	15,25	16,80	14,92	10,67	11,92	13,22
CV %	17,02	19,28	17,66	16,91	9,34	16,37	7,42	13,75	17,28

Tratamento	Alfafa			Lab-lab		
	40 DAA	80 DAA	280 DAA	40 DAA	80 DAA	280 DAA
2,4 D + Picloram	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	0 b*	10,33 a
2,4-D	8,20 a	8,50 a	9,01 a	10,27 a	12,75 a	13,75 a
Triclopyr	8,62 a	8,87 a	9,34 a	10 a	13,42 a	13,70 a
Testemunha	8,32	8,10	8,93	10,72	12,10	13,22
CV %	6,21	18,02	21,53	15,25	19,49	15,05

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro. ** Doses aplicadas: 2,4-D (1.340 g ha⁻¹ e.a.); triclopyr (960 g ha⁻¹ e.a.) e 2,4-D + picloram (720 + 192 g ha⁻¹ e.a.)

CONCLUSÃO

Os herbicidas 2,4-D e triclopyr apresentaram baixo efeito residual, sendo observados nos solos até 40 DAA. Entretanto, para a mistura 2,4-D + picloram foi observado resíduo no solo até 280 DAA.

As plantas de pepino, mucuna preta e feijão guandu demonstraram serem boas espécies indicadoras dos resíduos dos herbicidas estudados.

Diferentemente das demais espécies dicotiledôneas estudadas, a lab-lab demonstrou menor susceptibilidade a mistura 2,4-D + picloram.

Foi observada baixa susceptibilidade dos híbridos de milho e sorgo aos herbicidas.

LITERATURA CITADA

ALVES, J.P.C. et al. Residual de herbicidas mimetizadores das auxinas em pastagens. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 2012, Campo Grande, 2012. **Anais...**Campo Grande: SBPD, 2012. p. 1.688-1.692.

BELO, A.F. et al. Atividade fotossintética de plantas cultivadas em solo contaminado com picloram. **Planta Daninha**, v.29, n.4, p.885-892, 2011.

BRAGA, R.R. **Crescimento de *Brachiaria brizantha* e seu potencial para remediação de solo contaminado com picloram em três valores de pH**. 2013. 31 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Minas Gerais, 2013.

Brasil (2015) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 5 nov. 2015.

CARMO, M.L. et al. Seleção de plantas para fitorremediação de solos contaminados com picloram. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.301-313, 2008.

D'ANTONINO, L. et al. Lixiviação do picloram em argissolo vermelho-amarelo e latossolo vermelho-amarelo com diferentes valores de pH. **Planta Daninha**, v.27, n.3, p.589-600, 2009b.

D'ANTONINO, L. et al. Efeitos de culturas na persistência de herbicidas auxínicos no solo. **Planta Daninha**, v.27, n.2, p.371-378, 2009a.

DIAS, J.R.M. et al. Lixiviação de 2,4-D em solo de pastagem na Amazônia ocidental. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.7, n.4, p.15-20, 2011.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL - EWRC. Report of 3 rd and 4 rd meetings of EWRC. Committee of methods in weed research. **Weed Research**, v.4, n.1, p.88, 1964.

HANSEN, H.; GROSSMANN, K. Auxin – induced ethylene triggers abscisic acid biosynthesis and growth inhibition. **Plant Physiology**, v.124, p.1437-1448, 2000.

INOUE, M.H. et al. Critérios para avaliação do potencial de lixiviação dos herbicidas comercializados no Estado do Paraná. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.313-323, 2003.

MANCUSO, M.A.C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo (“*Carryover*”). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.2, p.151-164, 2011.

PROCÓPIO, S. de O. et al. Fitorremediação de solo contaminado com picloram por capim-pé-de-galinha-gigante (*Eleusine coracana*). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2.517-2.532, 2008.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. (Eds.). **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina: Ed. Dos autores, 2011.

SANTOS, D.P. et al. Determinação de espécies bioindicadoras de resíduos de herbicidas auxínicos. **Revista Ceres**, v.60, n.3, p.354-362, 2013.

SANTOS, M.V. et al. Eficácia e persistência no solo de herbicidas utilizados em pastagem. **Planta Daninha**, v.24, n.2, p.391-398, 2006.

SANTOS, R.T. et al. Efeito residual de herbicidas mimetizadores de auxina em solos provenientes de pastagens do município de Parauapebas – PA. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.312-323, 2012.

SILVA, F.M.L. et al. Efeito residual de 2,4-D sobre a emergência de soja em solos com texturas distintas. In: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, Ribeirão Preto, 2010. **Anais...**Ribeirão Preto: SBPD, 2010. p.1.688-1.692.

SOUSA, S.F.G. **Avaliação da cultura do milho e da decomposição da palhada submetida à hormesis**. 2013. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, São Paulo, 2013.

SOUZA, A.P. et al. Lixiviação do glyphosate e do imazapyr em solos com diferentes texturas e composição química. II Método analítico. **Planta Daninha**, v.17, n.2, p.245-262, 1999.

THILL, D. Growth regulator herbicides. In: WELLER, S. C. et al. **Herbicide action course**. West Lafayette: Purdue University, 2003. p. 267-275.

ARTIGO CIENTÍFICO 2 – SELETIVIDADE DE HERBICIDAS AO CAPIM-BRAQUIÁRIA E CAPIM-RUZIZIENSIS

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a seletividade do capim-braquiária e do capim-ruziziensis, submetidos à aplicação de herbicidas em pós-emergência. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na UFVJM, em Diamantina, MG. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial $(8 \times 2) + 2$ sendo oito herbicidas: nicosulfuron; clomazone; glyphosate; fluazifop-p-butil + fomesafen; lactofen; fomesafen; fluazifop-p-butil e mesotrione, aplicados na dose recomendada pelo fabricante, em duas espécies forrageiras *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (capim-braquiária) e *Brachiaria ruziziensis* (capim-ruziziensis), mais duas testemunhas, sem aplicação dos herbicidas, totalizando 18 tratamentos. Os herbicidas estudados apresentaram uma menor intoxicação nas plantas de capim-braquiária, quando comparada ao capim-ruziziensis. Os herbicidas nicosulfuron e glyphosate promoveram maior intoxicação no capim-braquiária e capim-ruziziensis quando comparado aos demais herbicidas. Os herbicidas glyphosate, fluazifop-p-butil + fomesafen, fluazifop-p-butil, mesotrione e nicosulfuron afetaram a relação fluorescência variável / fluorescência máxima (Fv/Fm) em ambas as espécies, indicando efeito na cadeia de transporte de elétrons promovido por esses herbicidas. Após o corte efetuado aos 30 dias após a aplicação (DAA), apenas os tratamentos com aplicação dos herbicidas fomesafen, lactofen e clomazone permitiram rebrotação nas espécies estudadas. Esses resultados demonstram que as plantas de capim-braquiária e capim-ruziziensis são sensíveis aos herbicidas glyphosate, fluazifop-p-butil + fomesafen, fluazifop-p-butil, mesotrione e nicosulfuron. Plantas de capim-ruziziensis apresentam maior susceptibilidade aos herbicidas estudados, quando comparada ao capim-braquiária.

Palavras-chave: *Brachiaria decumbens*. *Brachiaria ruziziensis*. Controle químico de gramíneas. Pastagem.

SELECTIVITY OF HERBICIDES TO BRACHIARIA AND RUZIZIENSIS GRASSES

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the selectivity of signal grass and ruzi grass to post-emergence herbicide application. The experiment was conducted in greenhouse conditions, in Diamantina, MG, and in a randomized blocks design, with five replicates. Treatments were arranged in a factorial scheme $(8 \times 2) + 2$ (eight herbicides: nicosulfuron; clomazone; glyphosate; fluazifop-p-butyl + fomesafen; lactofen; fomesafen; fluazifop-p-butyl and mesotrione – applied at the rate recommended by the manufacturer, two forage species: *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (signal grass) and *Brachiaria ruziziensis* (ruzi grass), having in addition, two controls without herbicide application, in a total of 18 treatments). The herbicides evaluated showed less intoxication on signal grass when compared to ruzi grass. Nicosulfuron and glyphosate promoted higher intoxication on both grasses when they were compared to the other herbicides. Glyphosate, fluazifop-p-butyl + fomesafen, fluazifop-p-butyl, mesotrione and nicosulfuron affected the ratio of variable to maximum chlorophyll fluorescence (Fv/Fm) in both species, indicating effect on the electron transport chain provided by these herbicide. Results demonstrated that signal grass and ruzi grass have higher susceptibility to glyphosate, fluazifop-p-butyl + fomesafen, fluazifop-p-butyl, mesotrione and nicosulfuron. Ruzi grass shows higher susceptibility to herbicide studied when compared to signal grass.

Keywords: *Brachiaria decumbens*. *Brachiaria ruziziensis*. Chemical control of grasses. Pasture.

INTRODUÇÃO

No atual sistema de produção de ruminantes no Brasil, as pastagens constituem a principal fonte de alimento, sendo a forma mais prática e de menor custo ao alcance de todos os pecuaristas. No entanto, o grande percentual de pastagens degradadas tem causado prejuízos ao sistema de produção de ruminantes a pasto, em função da queda na produtividade e qualidade da forragem, infestação com pragas e doenças, ocorrência de plantas daninhas e degradação do solo.

A interferência exercida por plantas daninhas em pastagens é um dos fatores que mais afetam negativamente a produtividade animal. A baixa produção das plantas forrageiras submetidas à competição com plantas daninhas ocorre devido ao fato dessas últimas, geralmente, serem mais eficientes, quanto ao aproveitamento de nutrientes, água e luz (Ruas et al., 2012).

A utilização de herbicidas constitui uma importante prática para minimizar os efeitos negativos causados pelas plantas daninhas em pastagens, por sua velocidade de aplicação e necessidade de pouca mão-de-obra. Entretanto, sua eficácia é dependente de diversas variáveis, entre elas, a espécie de planta daninha a ser controlada na pastagem (Gimenes et al., 2011).

As plantas daninhas apresentam uma larga diversidade de espécies, sendo que as dicotiledôneas são mais comuns em pastagens, entretanto, espécies monocotiledôneas podem infestar essas áreas (Santos et al., 2008). De acordo com Dias Filho (1990), quanto maior for a semelhança de uma planta daninha com o pasto, maior será a dificuldade para controlar essa planta sem causar danos a cultura.

O estudo da seletividade dos herbicidas para com as plantas forrageiras é particularmente importante frente à possibilidade de controlar plantas morfológicamente semelhantes, favorecendo o estabelecimento da planta desejada. Essa seletividade dos herbicidas ocorre devido alguns fatores, tais como o posicionamento do herbicida no tempo e espaço, dosagem e formulação, metabolismo diferencial entre cultura e plantas daninhas, diferenças anatômicas entre cultura e planta daninha, resistência no local de ação, uso de protetores de culturas, fatores internos da planta que não metabólitos, diferenças entre as plantas daninhas e cultura nos diferentes estádios fenológicos, aplicação de substâncias adsorventes, cultivar, tamanho da semente e engenharia genética (Martins et al., 2007).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a seletividade do capim-braquiária e do capim-ruziziensis, submetidos à aplicação de lactofen, fomesafen, clomazone, mesotrione,

fluazifop-p-butil, a mistura de fluazifop-p-butil + fomesafen, nicosulfuron e glyphosate, aplicados em pós-emergência.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, em Diamantina, localizada 18° 14' de latitude sul, 43° 36' de longitude oeste e 1.288 metros de altitude, Minas Gerais. O clima da região é tropical de altitude, Cwb segundo a classificação climática de Köppen-Geiger.

O solo foi coletado em uma área de pastagem pertencente à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, em Couto de Magalhães de Minas – MG, 18° 4' de latitude sul, 43° 28' de longitude oeste e 733 metros de altitude. O solo é de textura argilo-arenosa com caracterização química descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental na camada de 0-20 cm de profundidade, Couto de Magalhães de Minas - MG.

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	MO	Areia	Argila	Silte
H ₂ O	mg/dm ³		cmol _c /dm ³						%		
5,12	1,02	25,30	0,40	0,20	0,76	5,20	0,66	0,70	47	53	12

O solo foi previamente peneirado, corrigido quanto a acidez com calcário dolomítico, e realizado adubação com 32 kg ha⁻¹ de N, 112 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 64 kg ha⁻¹ de K₂O.

Em cada vaso foram cultivadas duas plantas de *Brachiaria decumbens* (Syn. *Urochloa decumbens* cv. Basilisk) (capim-braquiária) ou duas de *Brachiaria ruziziensis* (Syn. *Urochloa ruziziensis*) (capim-ruziziensis). Cada parcela foi constituída por um vaso com 1,5 litros de solo. As espécies forrageiras foram semeadas nos vasos na profundidade de um cm, sendo desbastadas cerca de 20 dias após semeadura, mantendo-se duas plântulas de capim-braquiária, ou duas de capim-ruziziensis por vaso.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial (8 × 2) + 2 sendo oito herbicidas: nicosulfuron; clomazone; glyphosate; fluazifop-p-butil + fomesafen; lactofen; fomesafen; fluazifop-p-butil e mesotrione, aplicados na dose recomendada pelo fabricante, em duas espécies forrageiras *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (capim-braquiária) e *Brachiaria ruziziensis* (capim-ruziziensis), mais duas testemunhas (forrageiras), sem aplicação dos herbicidas, totalizando 18 tratamentos.

A irrigação foi realizada diariamente, mantendo-se a umidade do solo próximo a 80% da capacidade de campo. A cada 15 dias foram efetuadas adubações em cobertura com

uma g de ureia previamente diluída em água, por vaso. As demais espécies de plantas que ocorreram nos vasos foram eliminadas manualmente.

Os herbicidas foram aplicados sobre as plantas quando apresentavam na fase de 3 perfilhos formados (30 cm de altura), simulando condições de plantas em área de pastagem em estabelecimento. A aplicação dos herbicidas foi realizada utilizando pulverizador costal, munido com barra de dois bicos de jato plano (“leque”) XR 11002, espaçados entre si de 0,5 m, à pressão constante de 210 KPa.

Os herbicidas utilizados foram: glyphosate (720 g ha^{-1} ingrediente ativo), nicosulfuron (60 g ha^{-1} ingrediente ativo), clomazone (1.080 g ha^{-1} ingrediente ativo), fluazifop-p-butil + fomesafen ($200 + 250 \text{ g ha}^{-1}$ ingrediente ativo), lactofen (168 g ha^{-1} ingrediente ativo), fomesafen (250 g ha^{-1} ingrediente ativo), fluazifop-p-butil (200 g ha^{-1} ingrediente ativo) e mesotrione (192 g ha^{-1} ingrediente ativo). As doses aplicadas correspondem à recomendação para controle de gramíneas conforme os fabricantes dos produtos.

Aos 7, 15, 21 e 30 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), a intoxicação das plantas foram avaliadas visualmente utilizando-se uma escala de 0 a 100, sendo 0 ausência de controle e 100 controle total da espécie. Esse procedimento foi realizado por dois avaliadores “as cegas” (EWRC, 1964).

Aos 7, 15, 21 e 30 DAA, realizou-se as avaliações nas plantas vivas, referentes a análise da eficiência fotoquímica do fotossistema II em folhas das plantas de capim-braquiária e capim-ruziziensis com o uso de um fluorômetro, sendo as pinças do aparelho colocadas no terço médio da folha mais nova completamente expandida das plantas. As medições foram realizadas após 30 minutos de adaptação ao escuro, no período noturno, com emissão de um pulso de luz saturante de 0,3 s, sob frequência de 0,6 KHz, quando se avaliou a razão entre a fluorescência variável e fluorescência máxima (F_v/F_m) e a taxa de transporte de elétrons ($ETR - \mu\text{mols elétrons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Aos 15, 30 e 60 dias após o corte (DAC) foram realizadas as mesmas avaliações citadas anteriormente.

Aos 30 DAA, as plantas de ambas as espécies foram colhidas ao nível do solo. Inicialmente foi quantificada uma planta por vaso, para determinação do número de perfilhos totais, perfilhos aéreos e basais, bem como a determinação da massa seca após secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 60°C . Concomitantemente, foi colhida a segunda planta por vaso, para determinação das frações folha, colmo, material senescente e relação folha/colmo, com posterior determinação da massa seca após secagem em estufa. Após essas avaliações os vasos foram irrigados diariamente para posteriores avaliações das rebrotações

das duas espécies, sendo realizadas adubações em cobertura a cada 15 dias, com um grama por vaso de ureia previamente diluída em água.

Aos 60 dias após a colheita das plantas forrageiras (DAC) as plantas de ambas as espécies foram colhidas ao nível do solo. Inicialmente foi quantificada uma planta por vaso, para determinação do número de perfilhos totais, bem como a determinação da massa seca após secagem em estufa. Concomitantemente, foi colhida a segunda planta por vaso, para determinação das frações folha, colmo, material senescente e relação folha/colmo, com posterior determinação da massa seca após secagem em estufa. Após essas avaliações, as raízes foram retiradas dos vasos, lavadas e determinada a massa seca após secagem em estufa.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas entre os herbicidas por meio do teste de Tukey, , adotando-se 5% como nível crítico para o erro tipo I. Além disso, foram feitas comparações entre as testemunhas e cada herbicida aplicado, utilizando o teste de Dunnet, também a 5%. Para a intoxicação procedeu-se análise de regressão e as escolhas foram baseadas na resposta biológica do fenômeno, na significância dos parâmetros ($P < 0,05$) e no coeficiente de determinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Intoxicação

Constatou-se incremento nos valores médios de intoxicação por lactofen para as duas espécies avaliadas com o tempo de aplicação, sendo que, maiores valores de intoxicação foram observadas para o capim-ruziziensis (59%), em comparação ao capim-braquiária (41%), aos 30 DAA (Figura 1-A).

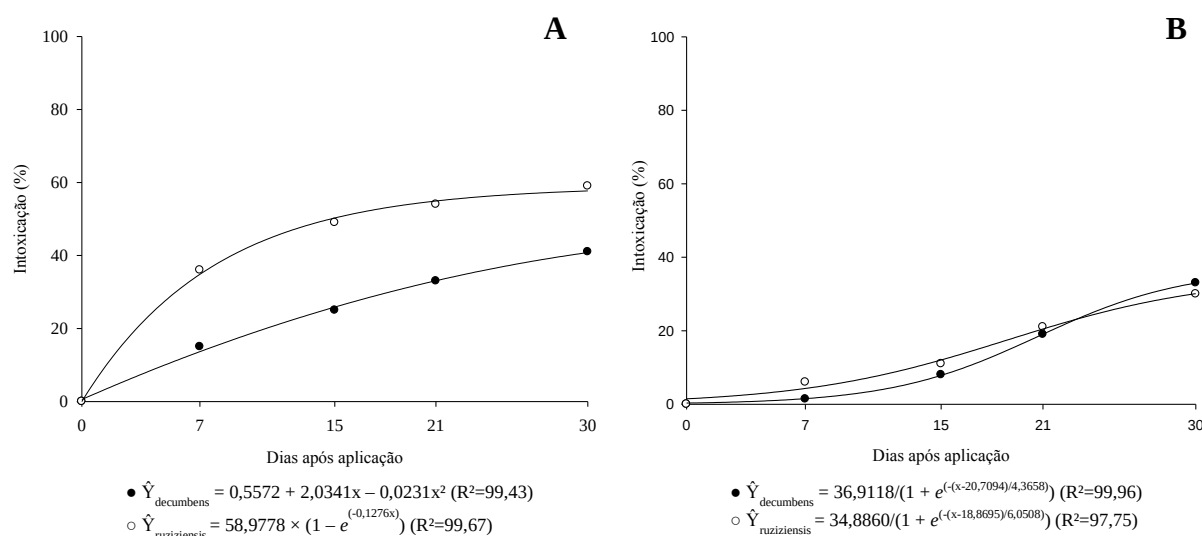


Figura 1: Porcentagem de intoxicação de plantas de capim-braquiária e capim-ruziziensis submetidas à aplicação de lactofen (A) e fomesafen (B), em função dos dias após a aplicação.

A molécula herbicida lactofen apresenta caráter latifolicida, entretanto, quando aplicado sobre a folhagem de culturas consideradas tolerantes, apresentam pouca seletividade, exibindo nível de injúria moderada. Algumas culturas apresentam baixa intoxicação, se recuperando rapidamente e as folhas novas que saem após a aplicação do herbicida não apresentam injúrias (Oliveira Júnior et al., 2011).

Ambas as espécies estudadas no presente trabalho apresentaram nível de intoxicação semelhante quando submetidas ao herbicida fomesafen (Figura 1-B). A intoxicação atingiu valores de 33% e 30%, respectivamente, para o capim-braquiária e capim-ruziziensis, aos 30 DAA.

De maneira semelhante ao herbicida anterior, o fomesafen apresenta caráter latifolicida, e ambos são pertencentes ao grupo dos inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). Ambos atuam inibindo o processo fotossintético das plantas daninhas e

causam, nas plantas não alvo, clorose e necrose nos tecidos atingidos pelo herbicida (Oliveira Júnior, et al., 2011).

Para a intoxicação das espécies ao clomazone, nota-se que até o período aproximado de 15 dias o capim-braquiária apresentava índice de intoxicação menor que as plantas de capim-ruziziensis (Figura 2-A), entretanto, após essa data, as plantas de capim-braquiária assumiram maior índice de intoxicação, alcançando valores máximos aos 30 DAA de 30% e 25% para o capim-braquiária e capim-ruziziensis, respectivamente.

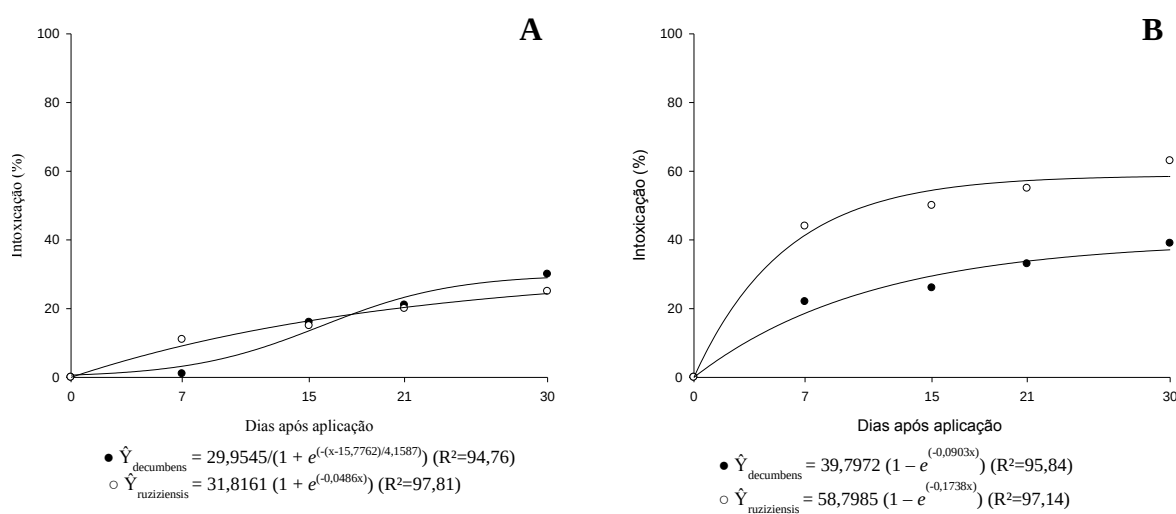


Figura 2: Porcentagem de intoxicação de plantas de capim-braquiária e capim-ruziziensis submetidas à aplicação de clomazone (A) e mesotrione (B), em função dos dias após a aplicação.

Carbonari et al. (2010) avaliaram o controle de espécies daninhas na cultura da cana-de-açúcar com a associação dos herbicidas clomazone + hexazinona, e obteve aos 23 DAA controle do capim-braquiária de 98,7% com dose de 720 + 180 g ha⁻¹. Esse valor foi bem acima do presente trabalho, possivelmente devido ao efeito sinérgico da mistura dos herbicidas clomazone + hexazinona.

As plantas de capim-ruziziensis apresentaram alta percentagem de intoxicação (63%) aos 30 DAA, submetidas a aplicação de mesotrione. Diferentemente, as plantas de capim-braquiária apresentaram percentagem de intoxicação média, de 39% aos 30 DAA (Figura 2-B).

Semelhante ao observado para o herbicida mesotrione, as plantas de capim-ruziziensis apresentaram maior percentagem de intoxicação ao herbicida fluazifop-p-butil em relação ao capim-braquiária (Figura 3-A). As plantas de capim-ruziziensis apresentaram intoxicação de 69% aos 30 DAA, enquanto as plantas de capim-braquiária apresentaram 27% nessa mesma época.

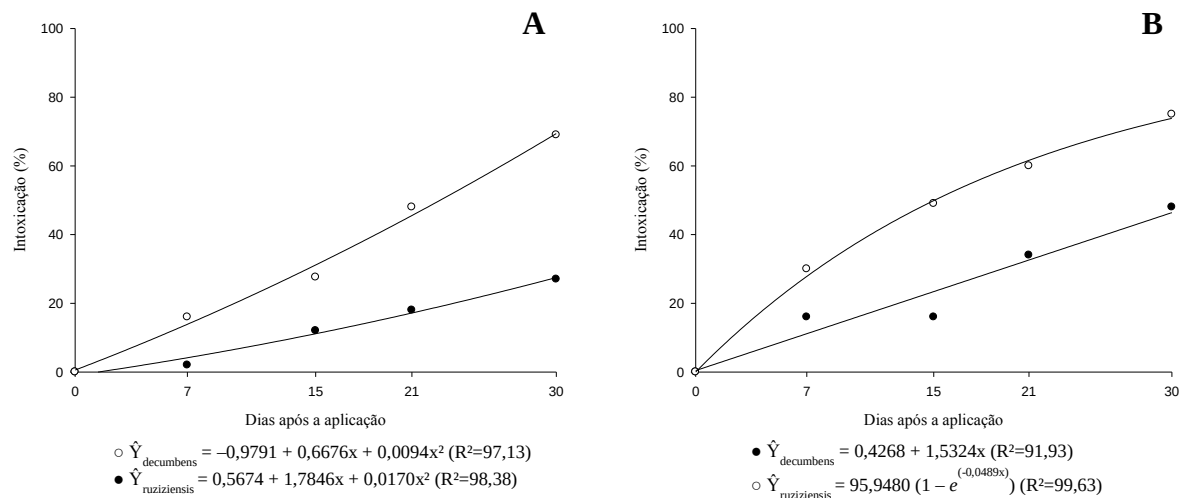


Figura 3: Porcentagem de intoxicação de plantas de capim-braquiária e capim-ruziziensis submetidas à aplicação de fluazifop-p-butyl (A) e fluazifop-p-butyl + fomesafen (B), em função dos dias após a aplicação.

Em relação a intoxicação causada pelo herbicida fluazifop-p-butyl + fomesafen, notou-se maior susceptibilidade do capim-ruziziensis (Figura 3-B). As plantas de capim-braquiária apresentaram menores percentagens de intoxicação (27%) em relação as plantas de capim-ruziziensis (69%), aos 30 DAA, indicando que o capim-braquiária possui menor susceptibilidade a mistura fluazifop-p-butyl + fomesafen.

Rezende et al. (2012) avaliaram a eficiência da aplicação conjunta dos herbicidas fluazifop-p-butyl + fomesafen ($187,5 + 250 \text{ g ha}^{-1}$) com inseticidas no controle de plantas daninhas na cultura da soja e obtiveram controle do capim-braquiária de 74,2% aos 5 DAA e de 100% aos 30 DAA. Entretanto, no presente trabalho as plantas de capim-braquiária apresentaram aos 30 DAA intoxicação de 46,39%, já as plantas de capim-ruziziensis apresentavam intoxicação alta com 74,11%. A baixa intoxicação encontrada no presente trabalho pode estar atribuída devido ao maior desenvolvimento das plantas de braquiária no momento da aplicação.

O capim-ruziziensis e capim-braquiária apresentaram, aos 30 DAA, níveis de intoxicação por nicosulfuron próximos a 90 e 78%, respectivamente (Figura 4-A). Martins et al. (2007) avaliaram a seletividade do capim-braquiária a herbicidas aplicados em pós-emergência, quando as plantas possuíam 3 a 4 folhas totalmente expandidas e obtiveram intoxicação de 58,8% para o herbicida nicosulfuron na dose de 50 g ha^{-1} i.a. aos 28 DAA,

sendo esses resultados inferiores aos encontrados no presente trabalho para a mesma espécie, possivelmente devido a maior dose utilizado por Martins et al. (2007).

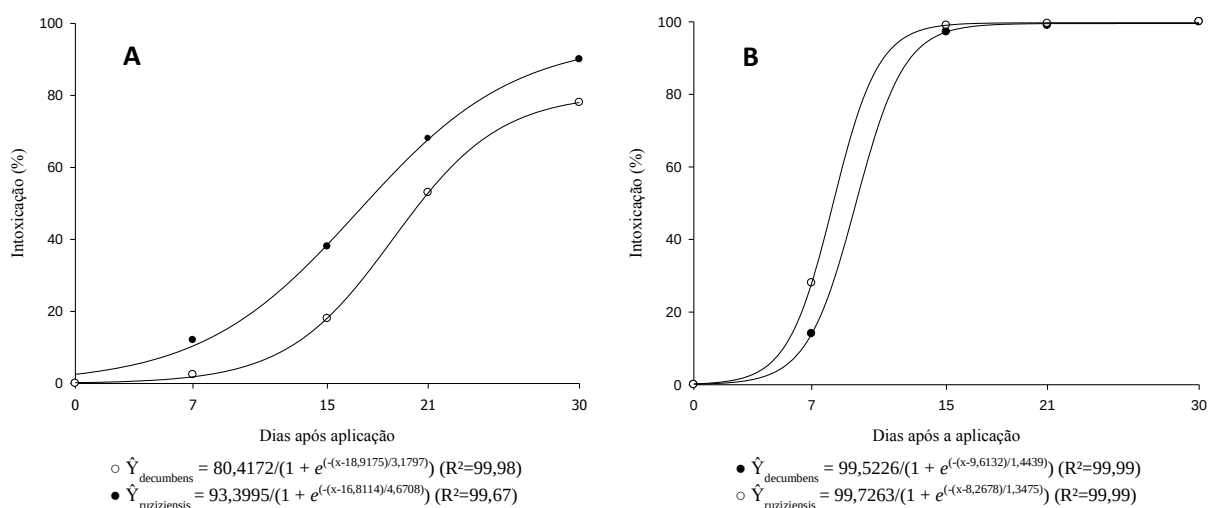


Figura 4: Porcentagem de intoxicação de plantas de capim-braquiária e capim-ruziziensis submetidas à aplicação de nicosulfuron (A) e glyphosate (B), em função dos dias após a aplicação.

Adegas et al. (2011) observaram que a aplicação da mistura de herbicidas nicosulfuron + atrazine ($20 + 800 \text{ g ha}^{-1}$) causa baixa intoxicação inicial nas plantas de capim-ruziziensis, porém, a partir dos 14 DAA há grande aumento das injúrias causadas pelo herbicida, chegando a níveis próximos a 72% aos 42 DAA. O nicosulfuron em plantas sensíveis inibe o crescimento em poucas horas, entretanto, os sintomas de injúrias nas plantas têm surgido após duas semanas da aplicação nas plantas (Trezzi e Vidal, 2001). Os resultados apresentados por esses autores se assemelham aos encontrados no presente trabalho, onde, inicialmente ambas as espécies apresentavam baixa intoxicação inicial, entretanto, o nível de intoxicação teve aumento após 15 DAA.

Aos 19 DAA ambas espécies estudadas apresentavam 100% de intoxicação ao glyphosate, ou seja, 100% de controle (Figura 4-B). O glyphosate atua inibindo a enzima EPSPs (5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase) e, ocorre ainda, o bloqueio da síntese dos aminoácidos aromáticos triptofano, fenilalanina e tirosina (Oliveira Júnior et al., 2011). Após esses eventos, a planta paralisa o crescimento e entra em processo de degradação devido a falta de proteínas, morrendo em alguns dias ou semanas.

Santos et al. (2007) avaliaram o controle da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com o uso de glyphosate, na formação de pastagem com Tifton 85, e concluíram que quanto

mais novas as plantas de *B. brizantha*, menor seria o gasto com o herbicida para o controle da espécie, portanto, plantas mais novas apresentam maior susceptibilidade. A conclusão dos autores pode explicar o rápido controle (19 DAA) em ambas as espécies estudadas no presente trabalho.

Os herbicidas aplicados podem ser divididos em 3 grupos, conforme observado na Figura 5. O primeiro grupo é composto pelos herbicidas clomazone e fomesafen que apresentaram intoxicação leve (até 30%) nas plantas de capim-ruziziensis, evidenciando que essa espécie possui pouca susceptibilidade a aplicação desses herbicidas. Os herbicidas fluazifop-p-butil + fomesafen, fluazifop-p-butil, mesotrione e lactofen se alocaram no segundo grupo, com intoxicação média das plantas de capim-ruziziensis (entre 30 e 75%). O terceiro grupo foi composto pelos herbicidas nicosulfuron e glyphosate, os quais proporcionaram ao capim-ruziziensis alta intoxicação (acima de 75%).

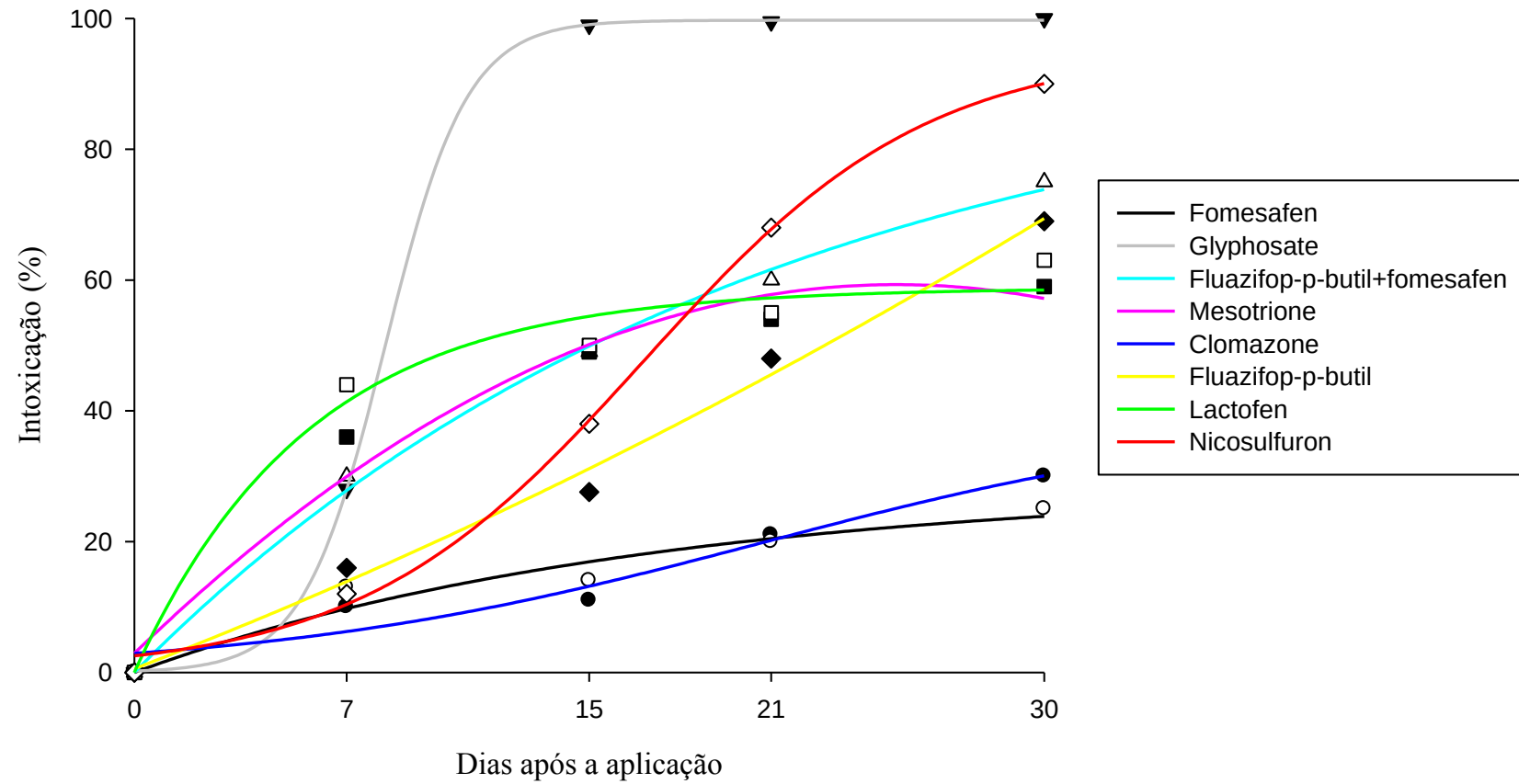


Figura 5: Porcentagem de intoxicação de plantas de capim-ruziziensis submetidas à aplicação de lactofen, fomesafen, clomazone, mesotrione, fluazifop-p-butil, fluazifop-p-butil + fomesafen, nicosulfuron e glyphosate, em função dos dias após a aplicação.

Para o capim-braquiária também foi observada a formação de três grupos, porém com efeitos de herbicidas diferentes (Figura 6). Os herbicidas lactofen, fomesafen, clomazone, mesotrione, fluazifop-p-butil e fluazifop-p-butil + fomesafen causaram nível de toxicidade média na espécie (entre 27 e 48%). O nicosulfuron causou alto nível de injúria no capim-braquiária, com 78% de intoxicação aos 30 DAA. E o glyphosate que aos 19 DAA, apresentava 100% de intoxicação nas plantas.

Os herbicidas que apresentaram maior diferença na susceptibilidade entre as espécies estudadas foram os tratamentos com aplicação de mesotrione, lactofen, fluazifop-p-butil e fluazifop-p-butil + fomesafen, assim como pode ser observado nas Figuras 5 e 6. Esses resultados demonstram que as plantas de capim-ruziziensis apresentam maior susceptibilidade a esses herbicidas em relação as plantas de capim-braquiária.

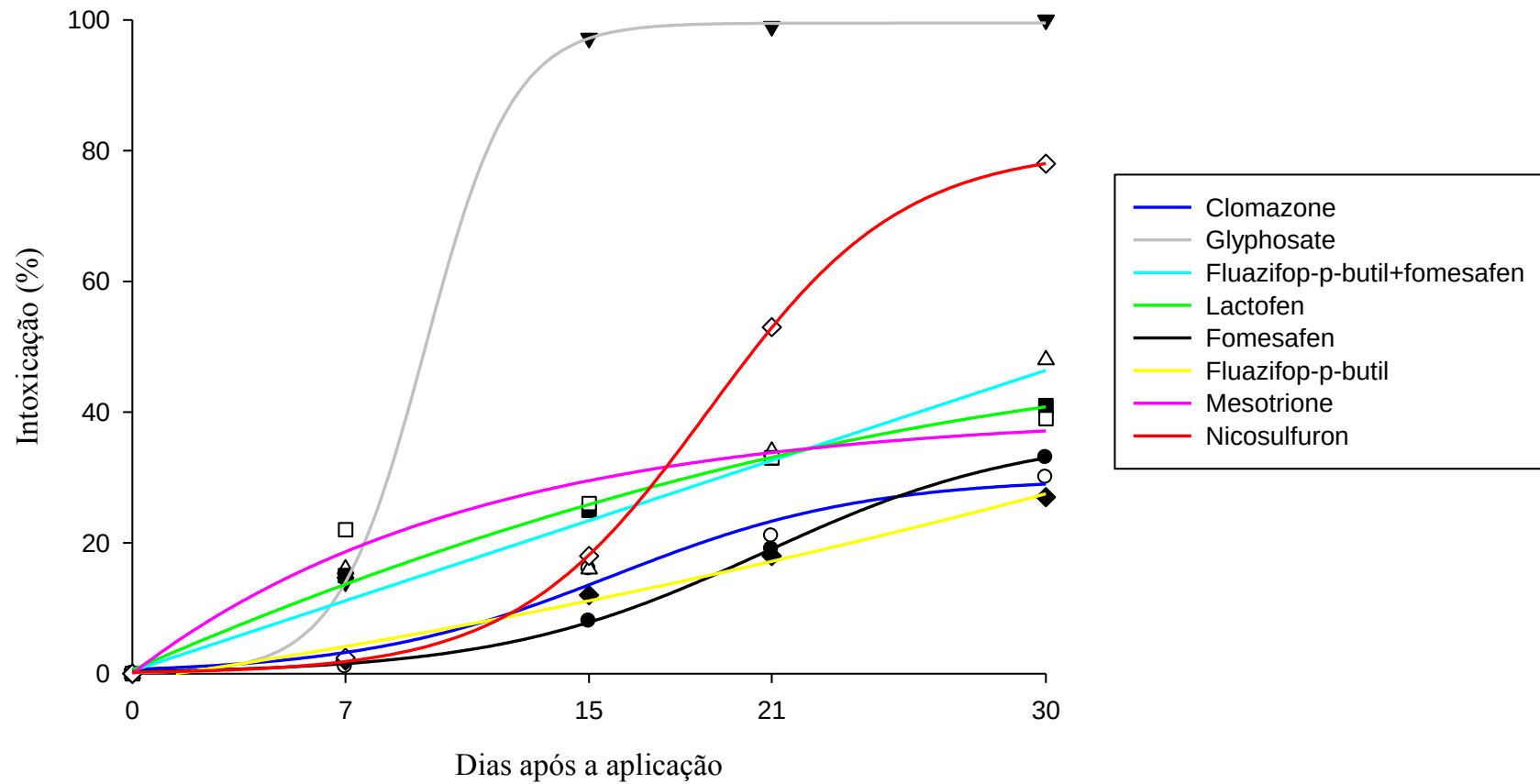


Figura 6: Porcentagem de intoxicação de plantas de capim-braquiária submetidas à aplicação de lactofen, fomesafen, clomazone, mesotrione, fluazifop-p-butil, fluazifop-p-butil + fomesafen, nicosulfuron e glyphosate, em função dos dias após a aplicação.

Dados fitotécnicos (Antes do corte)

Houve efeito dos herbicidas sobre o número de perfilhos basais e aéreos no capim-ruziziensis e capim-braquiária (Tabela 2). Os herbicidas glyphosate, fluazifop-p-butyl + fomesafen, fluazifop-p-butyl e nicosulfuron apresentaram diferença no capim-ruziziensis para o número de perfilhos basais em relação a testemunha. De modo semelhante, os mesmos herbicidas diferiram da testemunha para o número de perfilhos aéreos na mesma espécie, apresentando valores nulos em relação a testemunha. Assim como pode ser observado nas Figuras 3-A, 3-B, 4-A e 4-B, estes também foram os herbicidas que proporcionaram maiores níveis de toxicidade nas plantas de capim-braquiária e capim-ruziziensis.

Dentre os herbicidas estudados, lactofen e fomesafen, proporcionaram maiores valores para número de perfilhos basais no capim-ruziziensis, tendo apresentado intoxicação de 59 e 30%, respectivamente, aos 30 DAA (Figura 1-A e 1-B). Resultados semelhantes foram encontrados para o número de perfilhos aéreos da mesma espécie. Ambos herbicidas, lactofen e fomesafen, apresentam ação tóxica sobre plantas daninhas dicotiledôneas (Petter et al., 2011), o que corrobora os dados encontrados, uma vez que, foram os herbicidas que menos influenciaram no número de perfilhos basais e aéreos no capim-ruziziensis.

Todos os herbicidas proporcionaram diferença no número de perfilhos basais no capim-braquiária em relação a testemunha, sendo, glyphosate, fluazifop-p-butyl + fomesafen, fluazifop-p-butyl e nicosulfuron, os herbicidas que mais influenciaram na redução do número de perfilhos basais, com 4; 4; 3,80 e 4,20, respectivamente. Os mesmos resultados encontrados para perfilhos basais foram observados para o número de perfilhos aéreos. Semelhante ao capim-ruziziensis, as plantas de capim-braquiária submetidas aos herbicidas glyphosate, fluazifop-p-butyl + fomesafen, fluazifop-p-butyl e nicosulfuron não apresentavam perfilhos aéreos. Esses resultados demonstram que essas moléculas químicas reduzem o desenvolvimento das duas espécies.

Resultados semelhantes ao presente trabalho foram encontrados por Martins et al. (2007) e Lorenzi (2000), que verificaram alta susceptibilidade de plantas do gênero *Brachiaria* ao grupo químico das sulfoniluréias (nicosulfuron) em aplicações iniciais nas doses recomendadas pelo fabricante.

Tabela 2: Número e massa seca de perfilhos basais e aéreos de capim-braquiária e capim ruziziensis submetidos à aplicação de lactofen, fomesafen, clomazone, mesotrione, fluazifop-p-butyl, fluazifop-p-butyl + fomesafen, nicosulfuron e glyphosate aos 30 dias após a aplicação (DAA)

Herbicida	Perfilhos basais		Perfilhos aéreos		Massa de perfilhos basais		Massa de perfilhos aéreos	
	Ruz	Dec	Ruz	Dec	Ruz	Dec	Ruz	Dec
Lactofen	11,2 Ba	20,2 Aa*	11,0 Aa	5,2 Ba*	14,1 Aabc*	12,3 Abc*	12,2 Aa	9,7 Aa
Fomesafen	12,8 Aa	16,6 Ab*	7,6 Aab	4,4 Ba*	14,9 Aab*	13,5 Aab	10,6 Aab	9,4 Aa*
Clomazone	7,0 Bb	17,4 Ab*	7,6 Aab	3,8 Ba*	16,4 Aa	15,3 Aa	11,1 Aab	9,1 Aa*
Mesotrione	7,0 Ab	8,8 Ac*	5,6 Ab	3,2 Aa*	12,0 Abc*	12,6 Ab*	9,9 Ab	9,0 Aa*
Fluazifop-p-butyl	4,6 Ab*	3,8 Ad*	0,0 Ac*	0,0 Ab*	11,4 Ac*	12,0 Abc*	0,0 Ac*	0,0 Ab*
Fluazifop-p-butyl + Fomesafen	5,4 Ab*	4,0 Ad*	0,0 Ac*	0,0 Ab*	13,2 Abc*	11,3 Bbc*	0,0 Ac*	0,0 Ab*
Nicosulfuron	5,8 Ab*	4,2 Ad*	0,0 Ac*	0,0 Ab*	14,0 Aabc*	12,2 Abc*	0,0 Ac*	0,0 Ab*
Glyphosate	4,4 Ab*	4,0 Ad*	0,0 Ac*	0,0 Ab*	11,4 Ac*	10,0 Bc*	0,0 Ac*	0,0 Ab*
Testemunha	9,4 B	22,8 A	10,6 A	8,2 A	18,9 A	15,6 B	12,4 A	10,7 A
CV %	23,81	12,87	25,95	27,77	11,69	9,56	25,95	12,12

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

O número de perfilhos basais nos tratamentos onde foram aplicados os herbicidas clomazone e lactofen foi menor no capim-ruziziensis quando comparado ao capim-braquiária (Tabela 2). Semelhantemente, onde não houve aplicação do herbicida (testemunha), o número de perfilhos basais do capim-ruziziensis era inferior ao capim-braquiária.

As plantas de capim-braquiária apresentaram maior sensibilidade aos herbicidas clomazone, lactofen e fomesafen quando comparado ao seu efeito no número de perfilhos aéreos do capim-ruziziensis (Tabela 2).

Não foram observadas diferenças do efeito do clomazone na massa seca de perfilhos basais no capim-ruziziensis em relação a testemunha (Tabela 2), entretanto, os demais herbicidas afetaram negativamente a massa seca de perfilhos basais da espécie. O clomazone atua inibindo a biossíntese de carotenoides, o que ocasiona no crescimento de folhagens totalmente brancas, devido a fotodegradação da clorofila. O crescimento continua por algum tempo, porém, sem a produção de tecidos fotossintéticos verdes, o crescimento das plantas cessa e começa o aparecimento de necroses (Ferhatoglu e Barret, 2006). Provavelmente, no presente trabalho, o tempo de avaliação não foi suficiente para a planta apresentar efeitos negativos em sua forma estrutural.

Os herbicidas clomazone e fomesafen não causaram redução na massa seca de perfilhos basais no capim-braquiária em relação à testemunha (Tabela 2). Como o herbicida fomesafen possui ação latifolicida, a sua atuação nas gramíneas ocorre com menor influência de toxicidade.

Houve redução da massa seca de perfilhos aéreos em plantas de capim-braquiária submetidas aos herbicidas lactofen, fomesafen e mesotrione em relação a testemunha (Tabela 2).

Os herbicidas glyphosate, fluazifop-p-butyl + fomesafen, fluazifop-p-butyl e nicosulfuron refletiram em ausência de produção de número de perfilhos aéreos em ambas as espécies estudadas (Tabela 2), conseqüentemente, a massa seca foi nula. Esses mesmos herbicidas resultaram em menor produção do número de perfilhos totais em ambas espécies estudadas (Tabela 3).

Tabela 3: Número e massa seca de perfilhos totais de capim-braquiária e capim ruziziensis submetidos à aplicação de lactofen, fomesafen, clomazone, mesotrione, fluazifop-p-butil, fluazifop-p-butil + fomesafen, nicosulfuron e glyphosate aos 30 dias após a aplicação (DAA)

Herbicida	Número de perfilhos		MS de perfilhos totais	
	Ruz	Dec	Ruz	Dec
Lactofen	23 Aa	25,8 Aa*	26,3 Aab*	22 Ba*
Fomesafen	20,4 Aab	20,2 Ab*	25,5 Aab*	22,9 Aa*
Clomazone	14,6 Abc*	21,8 Ab*	27,5 Aa	24,4 Ba
Mesotrione	14 Abc*	12 Ac*	21,9 Ab*	21,6 Aa*
Fluazifop-p-butil	4,6 Ad*	3,8 Ad*	11,4 Bc*	12 Ab*
Fluazifop-p-butil + Fomesafen	5,4 Ad*	4 Ad*	13,2 Ac*	11,3 Bb*
Nicosulfuron	5,8 Ad*	4,2 Bd*	14 Ac*	12,2 Bb*
Glyphosate	4,4 Ad*	4 Ad*	11,4 Ac*	10 Ab*
Testemunha	20 B	31 A	31,4 A	26,3 B
CV %	23,72	11,94	11,21	8,19

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

O herbicida nicosulfuron proporcionou no capim-braquiária menor número de perfilhos totais quando comparado com o capim-ruziziensis, indicando maior efeito negativo no capim-braquiária para a variável número de perfilhos (Tabela 3). Plantas do gênero *Brachiaria* são, em sua maioria, suscetíveis a aplicações em pós-emergência de nicosulfuron nas doses comerciais recomendadas pelos fabricantes e seus efeitos nas plantas incluem clorose foliar, necrose e redução do crescimento (Jakelaitis et al., 2005).

A massa seca de perfilhos totais não foi alterada pela ação do herbicida clomazone, em relação a testemunha, tanto para o capim-ruziziensis, quanto o capim-braquiária, embora essa molécula herbicida apresente ação graminicida (Tabela 3). Os herbicidas glyphosate, fluazifop-p-butil + fomesafen, fluazifop-p-butil e nicosulfuron influenciaram de forma mais significativa na redução da massa seca de perfilhos em ambas as espécies estudadas.

Petter et al. (2011) avaliaram a seletividade de diferentes herbicidas à cultura do milho e do capim-ruziziensis, e observaram redução na massa seca do capim-ruziziensis de 17,8% aos 28 DAA, quando submetida a doses de 192 g ha⁻¹ de lactofen aplicados aos 30 dias após a semeadura. A aplicação de lactofen em menor dose (168 g ha⁻¹) resultou em redução da

massa seca do capim-ruziziensis de 16,24% aos 40 DAA, semelhante ao encontrado pelo autor.

A massa seca de perfilhos totais do capim-ruziziensis foi maior em relação ao capim-braquiária nos tratamentos com os herbicidas clomazone, fluazifop-p-butil + fomesafen, lactofen e nicosulfuron, entretanto, onde não houve aplicação de herbicida (testemunha), a massa seca de perfilhos do capim-ruziziensis também foi superior ao capim-braquiária, nesse caso, não se pode concluir que a diferença foi de fato causada pelos herbicidas (Tabela 3). Já no tratamento com a aplicação do herbicida fluazifop-p-butil observa-se que houve maior redução da massa seca de perfilhos totais no capim-ruziziensis, portanto, houve maior toxidez dessa espécie em relação ao capim-braquiária.

Todos os herbicidas reduziram a massa seca de folha e colmo no capim-ruziziensis em relação a testemunha, contudo, o herbicida clomazone não interferiu na massa seca de colmo (Tabela 4). O glyphosate por apresentar intoxicação de 100% aos 30 DAA em ambas as espécies, resultou em valores nulos para massa seca de folha e colmo. Os herbicidas não alteraram a massa seca de colmo e material senescente de capim-braquiária em relação a testemunha.

Houve redução da massa seca de material senescente no capim-braquiária em relação a testemunha para todos os herbicidas aplicados, sendo que, não houve diferença entre os herbicidas (Tabela 4).

O tratamento com aplicação do herbicida glyphosate apresentou diferença em relação aos demais tratamentos para a relação folha/colmo de ambas as espécies, já que esse herbicida levou a planta à morte (Tabela 4). Os demais herbicidas não alteraram a relação.

Houve efeito dos herbicidas sobre a fração folha no capim-braquiária (Tabela 4), sendo, clomazone, fomesafen e lactofen os herbicidas que menos influenciaram para essa característica. Os herbicidas lactofen e fomesafen apresentam caráter latifolicida e, portanto, causam menor intoxicação às gramíneas, entretanto, o herbicida clomazone que possui caráter graminicida e latifolicida apresentou pouca redução na massa seca de folha, não diferindo estatisticamente dos outros dois herbicidas citados anteriormente.

Tabela 4: Massa seca das frações folha, colmo, material senescente e relação folha/colmo de capim-braquiária e capim ruziziensis submetidos à aplicação de lactofen, fomesafen, clomazone, mesotrione, fluazifop-p-butil, fluazifop-p-butil + fomesafen, nicosulfuron e glyphosate aos 30 dias após a aplicação (DAA)

Herbicida	Folha		Colmo		Material senescente		Relação F/C	
	Ruz	Dec	Ruz	Dec	Ruz	Dec	Ruz	Dec
Lactofen	10,4 Aab*	11,4 Aa	7,0 Abc*	5,3 Aa	6,0 Aa*	4,7 Ba	1,5 Ba	2,1 Aa
Fomesafen	9,5 Abc*	10,6 Aa*	7,1 Ab*	5,1 Aa	5,5 Aa*	5 Aa	1,34 Ba	2,1 Aa
Clomazone	12,1 Aa*	9,8 Ba*	10,1 Aa	5,3 Ba	6,8 Aa*	4,9 Ba	1,2 Aa	1,9 Ba
Mesotrione	7 Ad*	5,7 Ab*	5,0 Abc*	4,9 Aa	5,6 Aa*	5,7 Aa	1,4 Aa	1,1 Ab*
Fluazifop-p-butil	6,2 Ad*	7 Ab*	5,1 Abc*	5,2 Aa	5,8 Aa*	4,9 Aa	1,2 Aa	1,3 Ab*
Fluazifop-p-butil + Fomesafen	6,9 Ad*	6,1 Ab*	4,9 Ac*	4,8 Aa	5,14 Aa*	5,1 Aa	1,4 Aa	1,3 Ab*
Nicosulfuron	7,5 Acd*	7,1 Bb*	6,9 Abc*	5,4 Aa	5,9 Aa*	4,6 Ba	1,1 Aa	1,3 Ab*
Glyphosate	0 Ae*	0 Ac*	0 Ad*	0 Ab*	6,54 Aa*	5,8 Aa	0 Ab*	0 Ac*
Testemunha	15,2 A	12,2 B	11,2 A	5,7 B	8,8 A	5 B	1,3 B	2,2 A
CV %	19,20	11,37	16,83	12,25	17,68	11,69	18,01	15,50

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

A relação folha/colmo no capim-braquiária não foi reduzida pela ação dos herbicidas clomazone, lactofen e fomesafen (Tabela 4).

As plantas de capim-braquiária e capim-ruziziensis nos tratamentos que tiveram a aplicação dos herbicidas glyphosate, fluazifop-p-butil + fomesafen, fluazifop-p-butil, mesotrione e nicosulfuron não apresentaram rebrotação após o corte efetuado aos 30 DAA, indicando que esses herbicidas levaram a morte das plantas, não permitindo novas brotações. Esses resultados demonstram que as plantas de capim-braquiária e capim-ruziziensis não são seletivas as moléculas desses herbicidas. Diferentemente para os herbicidas lactofen, fomesafen e clomazone, que após corte efetuado aos 30 DAA, apresentaram rebrotações.

Esses resultados não estão de acordo aos encontrados por Costa et al. (2013) que avaliaram a eficiência do glyphosate no manejo da *B. ruziziensis*, e obtiveram controle das plantas com glyphosate nas doses acima de 720 g ha^{-1} , entretanto, a aplicação do herbicida foi realizada quando as plantas apresentavam-se em estágio de florescimento, desse modo, houve a emissão de novos perfilhos após a dessecação da forrageira. Diferentemente, Santos et al. (2007) avaliaram o controle da *B. brizantha* com uso de glyphosate na formação de pastagem de Tifton 85, e observaram ausência de rebrotações 60 dias após o corte da planta forrageira, mesmo em baixas doses do herbicida (180 g ha^{-1}).

O fluazifop-p-butil misturado ou não ao fomesafen apresenta ação sobre gramíneas, resultando no controle das mesmas. Silva et al. (2004) avaliaram o efeito de doses reduzidas de fluazifop-p-butil (18 a 90 g ha^{-1}) no consórcio da soja e *B. brizantha*, e os resultados permitiram concluir que doses reduzidas desse herbicida reduzem o crescimento inicial da forrageira, podendo levar a planta a morte devido ao sombreamento imposto pela cultura da soja.

Dan et al. (2011), avaliaram a supressão inicial imposta pelo mesotrione a *B. brizantha* no sistema integração lavoura-pecuária e, de acordo com os resultados obtidos, a utilização do mesotrione (192 g ha^{-1}) aplicado sobre a forrageira aos 20 dias após o cultivo, apresenta importante ferramenta, pois, o herbicida reduziu a velocidade de crescimento da forrageira, sem limitar a posterior formação do pasto. Os resultados encontrados pelo autor não estão de acordo com o presente trabalho, onde o mesotrione não permitiu a emissão de novas brotações de ambas as espécies após o corte, possivelmente, por que a *B. brizantha* é menos sensível ao herbicida.

O nicosulfuron apresenta ação sobre gramíneas, o que pode explicar seu efeito mais intenso nas espécies estudadas (Figura 4-A), fazendo com que não houvesse rebrotações após o corte. Martins et al. (2007) observaram reduções na massa seca de 68% para o capim-

braquiária, com a aplicação de 50 g ha⁻¹ de nicosulfuron, dose semelhante ao utilizado no presente trabalho. Entretanto, Jakelaitis et al. (2004), verificaram que baixas doses de nicosulfuron (24 g ha⁻¹), causam redução de 80% na massa seca do capim-braquiária. Com base nos resultados obtidos por esses autores e no presente trabalho, o nicosulfuron apresenta controle em ambas as espécies estudadas.

Dados fitotécnicos (Após o corte)

Os herbicidas clomazone, lactofen e fomesafen não apresentaram influência na massa seca total no capim-ruziziensis 60 dias após o corte (Tabela 5). O número de perfilhos no capim-ruziziensis não diferiu da testemunha, entretanto, o herbicida lactofen proporcionou maior redução do número de perfilhos em relação ao herbicida fomesafen.

Tabela 5: Número e massa seca total de perfilhos de capim-braquiária e capim-ruziziensis submetidas às moléculas herbicidas lactofen, fomesafen e clomazone aos 60 dias após o corte (DAC)

Herbicida	Número de perfilhos		Massa seca total	
	Ruz	Dec	Ruz	Dec
Lactofen	20,8 Bb	26,4 Aa*	12,4 Ba	17,2 Aa
Fomesafen	24,8 Ba	28,8 Aa	13,5 Ba	17,9 Aa
Clomazone	22,4 Bab	26,6 Aa*	14,3 Ba	18,9 Aa
Testemunha	23,4 B	32 A	13,2 B	19,0 A
CV %	9,78	10,73	14,21	10,45

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

No capim-braquiária não houve efeito dos herbicidas na massa seca total, porém, houve redução do número de perfilhos pela ação dos herbicidas clomazone e lactofen aos 60 DAC (Tabela 5), comparando-os a testemunha.

O número de perfilhos e a massa seca total do capim-ruziziensis foi menor em relação ao capim-braquiária nos tratamentos com os herbicidas e na testemunha, sendo assim, não se pode concluir que a diferença do número de perfilhos e a massa seca total entre as espécies estudadas foi causada pelos herbicidas (Tabela 5).

Não houve influência dos herbicidas na massa seca das frações folha, colmo e material senescente em ambas as espécies estudadas, em relação à testemunha (Tabela 6),

bem como diferença entre os herbicidas. O herbicida lactofen apresentou menor redução na massa seca da fração folha no capim-ruziziensis.

O tratamento com aplicação do herbicida fomesafen garantiu que as plantas de capim-ruziziensis apresentassem maior massa de material senescente em relação ao tratamento com aplicação do herbicida clomazone. Como pode ser observado na Tabela 5 o herbicida fomesafen proporcionou maior número de perfilhos, o que pode ter influenciado nessa maior massa seca de material senescente (Tabela 6).

O capim-ruziziensis teve menor produção de massa seca da fração folha em relação ao capim-braquiária, mesmo na testemunha, o que pode explicar a menor massa seca nos tratamentos com os herbicidas clomazone e fomesafen (Tabela 6). Aos 40 DAA, as plantas de capim-ruziziensis apresentavam massa seca da fração folha superior à outra espécie (Tabela 4), entretanto, aos 60 DAC ambas as espécies apresentaram comportamento diferente para a massa seca de folha, sendo, o capim-braquiária superior às plantas de capim-ruziziensis.

O tratamento com aplicação do herbicida clomazone apresentou redução na massa seca de material senescente do capim-ruziziensis em relação ao capim-braquiária (Tabela 6).

A relação folha/colmo do capim-ruziziensis foi menor quando comparado com capim-braquiária, para plantas submetidas ao herbicida clomazone (Tabela 6).

Não foi observada diferença entre os tratamentos e a testemunha para a massa seca de raiz no capim-ruziziensis (Tabela 6). Os tratamentos com aplicação de herbicidas no capim-braquiária refletiram numa menor massa seca de raiz, provavelmente a ação dos herbicidas promoveram menor desenvolvimento de raízes nesses tratamentos, em relação a testemunha.

Tabela 6: Massa seca das frações folha, colmo, material senescente, relação folha/colmo e raiz de capim-braquiária e capim-ruziziensis submetidas às moléculas herbicidas lactofen, fomesafen e clomazone aos 60 dias após o corte (DAC)

Herbicida	Folha		Colmo		Material Senescente		Relação F/C		Raiz	
	Ruz	Dec	Ruz	Dec	Ruz	Dec	Ruz	Dec	Ruz	Dec
Lactofen	11,9 Aa	12,8 Aa	5,2 Aa	5,6 Aa	5,0 Aab	4,9 Aa	2,3 Aa	2,2 Aa	19,7 Aa	23,6 Aa*
Fomesafen	8,8 Ba	12,2 Aa	5,0 Aa	5,3 Aa	5,2 Aa	4,9 Aa	1,7 Ba	2,2 Aa	19,7 Aa	23,3 Aa*
Clomazone	10,8 Ba	14,6 Aa	5,3 Aa	5,5 Aa	4,7 Bb	5,2 Aa	2,0 Ba	2,6 Aa	22,5 Aa	26,3 Aa*
Testemunha	10,9 B	15,2 A	4,9 B	5,6 A	4,7 A	5,0 A	2,2 B	2,7 A	21,8 B	33,5 A
CV %	20,44	16,79	10,49	8,31	6,49	4,89	18,37	13,35	24,50	25,38

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Fluorescência da clorofila *a*

Para a relação fluorescência variável e fluorescência máxima (Fv/Fm) das plantas de capim-ruziziensis, observou-se aos 7 DAA que os herbicidas que proporcionaram maiores valores da relação foram os herbicidas clomazone, fluazifop-p-butil + fomesafen, lactofen, fomesafen, fluazifop-p-butil e nicosulfuron (Tabela 8). Considera-se que quando as plantas estão com seu aparelho fotossintético intacto, apresentam relação Fv/Fm de 0,75 a 0,85 (Bolhàr-Nordenkamp et al., 1989). Sendo assim, pode-se afirmar que, mesmo os herbicidas não diferindo da testemunha, promoveram estresse nas plantas de capim-ruziziensis. O glyphosate foi o herbicida que causou maior redução na variável aos 7 DAA na mesma espécie.

Os herbicidas clomazone, lactofen, fomesafen e nicosulfuron não proporcionaram redução na relação Fv/Fm aos 7 DAA no capim-braquiária em relação a testemunha (Tabela 8). Com exceção do clomazone, os demais herbicidas apresentaram valores da relação Fv/Fm abaixo ao ideal, desse modo, pode-se afirmar que esses herbicidas apesar de não diferirem da testemunha apresentaram algum nível de estresse ao aparato fotossintético da planta.

Ambas as espécies estudadas tiveram sua relação Fv/Fm reduzida a zero, a partir dos 15 DAA no tratamento com aplicação de glyphosate (Tabela 8), que levou à morte das plantas. O glyphosate apresenta rápido controle em ambas as espécies na dose aplicada, assim como pode ser observado na Figura 4-B. Segundo Silva et al. (2012) o glyphosate é caracterizado como herbicida sistêmico, não seletivo e tem seu sítio de ação atuando na inibição da síntese de aminoácidos aromáticos, agindo na rota do chiquimato, sendo assim, era esperado grande efeito do herbicida ao aparato fotossintético das espécies estudadas.

Ceccon e Conceição (2014) avaliaram a produtividade de massa e dessecação de forrageiras pelo glyphosate, e concluíram que o capim-ruziziensis apresenta grande facilidade de controle com esse herbicida.

Tabela 8: Fluorescência variável e fluorescência máxima (Fv/Fm) em plantas de capim-ruziziensis e capim-braquiária aos 7, 15, 21 e 30 dias após a aplicação (DAA), submetida às moléculas herbicidas lactofen, fomesafen, clomazone, mesotrione, fluazifop-p-butil, fluazifop-p-butil + fomesafen, nicosulfuron e glyphosate

Herbicida	7 DAA		15 DAA		21 DAA		30 DAA	
	Ruz	Dec	Ruz	Dec	Ruz	Dec	Ruz	Dec
Lactofen	0,73 Aa	0,72 Aab	0,78 Aa	0,76 Aa	0,79 Aa	0,78 Aa	0,75 Aa	0,78 Aa
Fomesafen	0,65 Aa*	0,65 Aabc	0,77 Aa	0,51 Ac*	0,78 Aa	0,80 Aa	0,78 Aa	0,79 Aa
Clomazone	0,71 Aa	0,75 Aa	0,73 Aa	0,71 Aab	0,75 Aa	0,71 Aab	0,76 Aa	0,75 Aa
Mesotrione	0,45 Ab*	0,52 Ac*	0,46 Ab*	0,27 Ad*	0,41 Ac*	0,44 Ad*	0,51 Ac*	0,46 Ac*
Fluazifop-p-butil	0,69 Aa	0,57 Abc*	0,68 Aa*	0,63 Abc*	0,59 Ab*	0,54 Acd*	0,56 Abc*	0,48 Ac*
Fluazifop-p-butil + Fomesafen	0,62 Aa*	0,57 Abc*	0,68 Aa*	0,73 Aab	0,71 Aab	0,68 Aabc	0,67 Aab	0,69 Ab
Nicosulfuron	0,72 Aa	0,66 Aabc	0,70 Aa*	0,62 Abc*	0,57 Ab*	0,72 Aab	0,61 Ab*	0,65 Ab
Glyphosate	0,28 Ac*	0,13 Ad*	0 Ac*	0 Ae*	0 Ad*	0 Ae*	0 Ad*	0 Ad*
Testemunha	0,76 A	0,76 A	0,82 A	0,78 A	0,78 A	0,78 A	0,77 A	0,75 A
CV %	9,16	13,35	9,08	10,73	9,85	12,48	11,96	8,99

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

No capim-ruziziensis os herbicidas clomazone, lactofen e fomesafen não diferiram da testemunha para a relação Fv/Fm aos 15 DAA (Tabela 8), entretanto, as plantas submetidas ao herbicida clomazone apresentaram-se fora da faixa ideal da relação. Dentre os herbicidas avaliados, o mesotrione promoveu maior redução da relação Fv/Fm nas plantas de capim-ruziziensis, com exceção do glyphosate, que levou a planta a morte. Os mesmos resultados obtidos nas plantas de capim-ruziziensis foram observados nas plantas de capim-braquiária (Tabela 8), não apresentando diferença entre as espécies.

Os herbicidas clomazone, fomesafen, lactofen e fluazifop-p-butil + fomesafen não apresentaram diferença em relação a testemunha para a relação Fv/Fm nas plantas de capim-ruziziensis aos 21 e 30 DAA (Tabela 8). As plantas de capim-ruziziensis apresentaram recuperação do herbicida fluazifop-p-butil + fomesafen aos 21 e 30 DAA, entretanto, os valores encontram-se abaixo ao ideal para a relação.

Aos 21 e 30 DAA os herbicidas glyphosate, fluazifop-p-butil e mesotrione apresentaram diferença em relação a testemunha nas plantas de capim-braquiária para a relação Fv/Fm (Tabela 8). Os herbicidas lactofen e fomesafen apresentam caráter latifolicida, portanto, não afetam o aparato fotossintético das plantas, consequentemente, apresentaram maiores valores para a relação Fv/Fm.

Para a taxa de transporte de elétrons (ETR) foi observado que aos 7 DAA os herbicidas lactofen e nicosulfuron não interferiram na ETR das plantas de capim-ruziziensis (Tabela 9). Como o parâmetro ETR determina a taxa de transporte de elétrons no fotossistema II (PSII), o seu uso permite detectar o efeito da atuação do herbicida em nível de concentração menor, enquanto a medição do parâmetro Fv/Fm, permite detectar apenas em um nível de concentração que é 100 vezes maior (Abbaspoor et al., 2006).

Para as plantas de capim-braquiária aos 7 DAA, a ETR não foi influenciada pelos herbicidas clomazone e nicosulfuron (Tabela 9).

Aos 15 DAA resultados semelhantes foram encontrados para ambas as espécies estudadas (Tabela 9). Os herbicidas glyphosate, fluazifop-p-butil + fomesafen, fluazifop-p-butil, mesotrione e nicosulfuron promoveram redução da ETR em relação a testemunha em ambas espécies. Entretanto, o glyphosate e mesotrione promoveram maior redução da variável.

Tabela 9: Taxa de transporte de elétrons (ETR- $\mu\text{mols elétrons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em plantas de capim-ruziziensis e capim-braquiária aos 7, 15, 21 e 30 dias após a aplicação (DAA), submetida às moléculas herbicidas lactofen, fomesafen, clomazone, mesotrione, fluazifop-p-butil, fluazifop-p-butil + fomesafen, nicosulfuron e glyphosate

Herbicida	7 DAA		15 DAA		21 DAA		30 DAA	
	Ruz	Dec	Ruz	Dec	Ruz	Dec	Ruz	Dec
Lactofen	21,94 Aa	20,92 Aabc*	19,30 Aab	21,34 Aa	22,12 Ab	18,02 Aab	26,88 Aab	30,50 Aa
Fomesafen	10,10 Ab*	18,12 Abc*	22,08 Aa	20,26 Aab	30,97 Aa	15,94 Abc	27,06 Aab	29,74 Aa
Clomazone	21,78 Aa*	23,50 Aa	21,02 Aa	21,11 Aab	20,30 Ab*	18,02 Aab	27,64 Aa	29,08 Aa
Mesotrione	11 Ab*	10,94 Ad*	2,93 Ad*	4,94 Aef*	12,71 Ac*	7,49 Ad*	14,34 Ab*	13,20 Ac*
Fluazifop-p-butil	20,40 Aa*	17,47 Ac*	15,30 Abc*	9,66 Ade*	19,54 Ab*	9,11 Acd*	17,76 Aab*	17,16 Abc*
Fluazifop-p-butil + Fomesafen	21,82 Aa*	21,26 Aab*	18,05 Aab*	13,62 Acd*	21,64 Ab*	24,94 Aa	20,68 Aab	20,86 Ab
Nicosulfuron	22,48 Aa	23,50 Aa	11,88 Ac*	15,98 Aabc*	17,42 Abc*	16,14 Abc	17,86 Ab*	20,80 Ab
Glyphosate	4,58 Ac*	2,86 Ae*	0 Ad*	0 Af*	0 Ad*	0 Ae*	0 Ac*	0 Ad*
Testemunha	26,02 A	24,92 A	23,98 A	22,12 A	26,50 A	21,60 A	25,88 A	25,98 A
CV %	13,36	11,47	19,19	18,12	13,73	23,56	25,04	16,29

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Os resultados da ETR avaliados aos 21 e 30 DAA no capim-ruziziensis mostram a formação de três grupos (Tabela 9). Plantas tratadas com os herbicidas clomazone, lactofen e fomesafen, que continuaram sem sofrer influência dos herbicidas, demonstrando tolerância das espécies estudadas aos herbicidas. No entanto, as plantas tratadas com os herbicidas glyphosate, fluazifop-p-butil, mesotrione e nicosulfuron mostraram baixo valor de ETR, diferindo da testemunha. Já as plantas tratadas com o herbicida fluazifop-p-butil + fomesafen apresentaram recuperação do valor de ETR aos 30 DAA, indicando que ambas as espécies apresentam tolerância mediana ao herbicida.

Para o capim-braquiária foram encontrados resultados semelhantes descritos anteriormente para a outra espécie, com exceção do herbicida nicosulfuron, pois, as plantas apresentaram recuperação nos valores de ETR a partir dos 21 DAA.

A relação F_v/F_m em plantas de capim-braquiária e capim-ruziziensis aos 15, 30 e 60 DAC estão apresentados na Tabela 10. Aos 15 DAC todos os tratamentos reduziram a relação F_v/F_m nas plantas de capim-ruziziensis em relação a testemunha, indicando o efeito do estresse no aparato fotossintético das plantas. Aos 30 DAC os tratamentos com aplicação dos herbicidas fomesafen e clomazone apresentaram redução da relação F_v/F_m no capim-ruziziensis. Entretanto, a espécie apresentou recuperação da relação aos 60 DAC.

Não foi observado redução da relação F_v/F_m nas plantas de capim-braquiária aos 15, 30 e 60 DAC (Tabela 10). Esses resultados demonstram que a espécie não apresenta susceptibilidade a esses herbicidas após o corte efetuado aos 30 DAA. As plantas de capim-ruziziensis apresentaram maior susceptibilidade aos herbicidas aos 15 DAC, pois, apresentaram menores valores para a relação quando comparadas as plantas de capim-braquiária, mas apresentaram recuperação da relação F_v/F_m aos 60 DAC.

Tabela 10: Fluorescência variável e fluorescência máxima (Fv/Fm) em plantas de capim-ruziziensis e capim-braquiária aos 15, 30 e 60 dias após o corte (DAC), submetida às moléculas herbicidas lactofen, fomesafen e clomazone

Herbicida	15 DAC		30 DAC		60 DAC	
	Ruz	Dec	Ruz	Dec	Ruz	Dec
Lactofen	0,71 Ba*	0,75 Aa	0,72 Aa	0,75 Aa	0,78 Aa	0,76 Aa
Fomesafen	0,69 Ba*	0,75 Aa	0,73 Aa*	0,74 Aa	0,75 Aa	0,78 Aa
Clomazone	0,70 Ba*	0,74 Aa	0,71 Aa*	0,75 Aa	0,73 Aa	0,78 Aa
Testemunha	0,76 A	0,75 A	0,76 A	0,77 A	0,79 A	0,76 A
CV %	2,33	1,89	3,98	2,84	8,61	1,53

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

O tratamento com aplicação do herbicida lactofen reduziu o ETR do capim-ruziziensis aos 15 DAC em relação a testemunha (Tabela 11). Entretanto, aos 30 e 60 DAC o capim-ruziziensis apresentou recuperação da ETR no tratamento com aplicação do herbicida lactofen. Não foi observada diferença entre as moléculas de herbicidas aplicados.

As plantas de capim-braquiária não apresentam redução nos valores de ETR aos 15, 30 e 60 DAC, em relação a testemunha (Tabela 11). Assim como para a relação Fv/Fm (Tabela 10), a espécie não apresentou influência da ação dos herbicidas após o corte.

Tabela 11: Taxa de transporte de elétrons (ETR- $\mu\text{mols elétrons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em plantas de capim-ruziziensis e capim-braquiária aos 15, 30 e 60 dias após o corte (DAC), submetida às moléculas herbicidas lactofen, fomesafen e clomazone

Herbicida	15 DAC		30 DAC		60 DAC	
	Ruz	Dec	Ruz	Dec	Ruz	Dec
Lactofen	17,14 Ba*	21,04 Aa	22,38 Aa	19,64 Aa	24,68 Aa	26,04 Aa
Fomesafen	18,98 Aa	20,28 Aa	19,66 Aa	19,88 Aa	25,52 Aa	28,60 Aa
Clomazone	20,38 Aa	20,34 Aa	21,72 Aa	18,86 Aa	26,28 Aa	25,20 Aa
Testemunha	21,58 A	23 A	22,34 A	21,82 A	27,26 A	27,98 A
CV %	11,06	7,95	12,07	12,59	7,88	17,50

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

Plantas de capim-ruziziensis apresentam maior susceptibilidade aos herbicidas estudados, quando comparadas ao capim-braquiária.

Os herbicidas glyphosate, fluazifop-p-butil + fomesafen, fluazifop-p-butil, mesotrione e nicosulfuron aplicados nas doses recomendadas para o controle de gramíneas, não apresentam seletividade para o capim-braquiária e capim-ruziziensis, pois, os mesmos provocam alta intoxicação e não permitiram a recuperação das plantas de ambas às espécies após o corte.

Os herbicidas lactofen, fomesafen e clomazone não apresentaram seletividade satisfatória para as espécies de *Brachiaria* estudadas. Novos trabalhos devem ser realizados com diferentes doses para avaliar a seletividade dos herbicidas clomazone, fomesafen e lactofen no capim-braquiária e capim-ruziziensis.

LITERATURA CITADA

ABBASPOOR, M.; TEICHER, H.B.; STREIBIG, J.C. The effect of root-absorbed PSII inhibitors on Kautsky curve parameters in sugar beet. **Weed Research**, v.46, n.3, p.226-235, 2006.

ADEGAS, F.S.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Manejo de plantas daninhas em milho safrinha em cultivo solteiro ou consorciado à braquiária ruziziensis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1226-1233, 2011.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R. et al. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: A review of current instrument. **Functional Ecology**, v.3, n.4, p.497-514, 1989.

CARBONARI, C.A. et al. Eficácia da associação entre os herbicidas clomazone e hexazinona no controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.9, n.1, p.17-25, 2010.

CECCON, G.; CONCENÇO, G. Produtividade de massa e dessecação de forrageiras perenes para integração lavoura-pecuária. **Planta daninha**, v.32, n.2, p. 319-326, 2014.

COSTA, N.V. et al. Avaliação do glyphosate e paraquat no manejo da *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.1, p.31-38, 2013.

DAN, H.A. et al. Supressão imposta pelo mesotrione a *Brachiaria brizantha* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Planta Daninha**, v.29, n.4, p.861-867, 2011.

DIAS FILHO, M.B. **Plantas invasoras em pastagens cultivadas na Amazônia**: Estratégias de manejo e controle. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1990. 103 p. (Documento, 52).

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL - EWRC. Report of 3 rd and 4 rd meetings of EWRC. Cittee of methods in weed research. **Weed Research**, v.4, n.1, p.88, 1964.

FERHATOGLU, Y.; BARRET, M. Studies of clomazone mode of action. **Pesticide Biochemistry Physiology**, v.85, n.1, p.7-14, 2006.

GIMENES, M.J. et al. Interferência da *Brachiaria decumbens* Stapf. Sobre plantas daninhas em sistemas de consórcio com milho. **Revista Caatinga**, v.24, n.3, p.215-220, 2011.

JAKELAITIS, A. et al. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, v.22, n.4, p.553-560, 2004.

JAKELAITIS, A. et al. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.59-67, 2005.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 384p.

MARTINS, D. et al. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência sobre capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1969-1974, 2007.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (Ed). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax, 2011. 348p.

PETTER, F.A. et al. Seletividade de herbicidas à cultura do milho e ao capim-braquiária cultivadas no sistema de integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.3, p.855-864, 2011.

REZENDE, B.P.M. et al. Efeito do fomesafen + fluazifop-p-butil associados com inseticidas no controle das plantas daninhas na cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.4, p.608-613, 2012.

RUAS, R.A.A. et al. Controle de *Brachiaria decumbens* Stapf com adição de ureia à calda do glifosato. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.4, p.455-461, 2012.

SANTOS, M.V. et al. Controle de *Brachiaria brizantha*, com o uso do glyphosate, na formação de pastagem de Tifton 85 (*Cynodon* spp.). **Planta Daninha**, v.25, n.1, p.149-155, 2007.

SANTOS, D.P. et al. Determinação de espécies bioindicadoras de resíduos de herbicidas auxínicos. **Revista Ceres**, v.60, n.3, p.354-362, 2013.

SANTOS, M.V. et al. Tolerância do tifton 85 (*Cynodon* spp.) e da *Brachiaria brizantha* ao glyphosate. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.353-360, 2008.

SILVA, A.C. et al. Efeitos de doses reduzidas de fluazifop-p-butil no consórcio entre soja e *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, v.22, n.3, p.429-435, 2004.

SILVA, D. V. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca. **Planta daninha**, v.30, n.4, p.901-910, 2012.

TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A. Herbicidas inibidores da ALS. In: VIDAL, R.A.; MEROTTO JR., A. (Ed.). **Herbicidologia**. Porto Alegre: Gaúcha, 2001. p. 25-36.