



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV

**CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS TRAPOERABA, BUVA E POAIA-
BRANCA, MEDIANTE OS HERBICIDAS GLYPHOSATE E AMÔNIO-
GLUFOSINATO EM PRÉ-SEMEADURA**

PRISCILA SEBASTIANA GRIGORE DE AMORIM

BRASÍLIA-DF
Dezembro/2020

PRISCILA SEBASTIANA GRIGORE DE AMORIM

**CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS TRAPOERABA, BUVA E POAIA-
BRANCA, MEDIANTE OS HERBICIDAS GLYPHOSATE E AMÔNIO-
GLUFOSINATO EM PRÉ-SEMEADURA**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Carmona

Coorientadora: Dra. Núbia Maria Correia

BRASÍLIA-DF

Dezembro/2020

FICHA CATALOGRÁFICA

De Amorim, Priscila Sebastiana Grigore

Controle das plantas daninhas trapoeraba, buva e poaia-branca, mediante os herbicidas glyphosate e amônio-glufosinato em pré-semeadura/ orientador Ricardo Carmona; coorientador Núbia Maria Correia. -- Brasília, 2020.

48 p.

Monografia (Graduação - Agronomia) -- Universidade de Brasília, 2020.

1. planta daninha. 2. glyphosate. 3. amônio-glufosinato. 4. aplicação sequencial. 5. mistura.

I. Carmona, Ricardo , orient. II. Correia, Núbia Maria , coorient. III. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DE AMORIM, P. S. G. **Controle das plantas daninhas trapoeraba, buva e poaia-branca, mediante os herbicidas glyphosate e amônio-glufosinato em pré-semeadura.** 2020. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2020. 48p.

CESSÃO DE CRÉDITOS

Nome do Autor: Priscila Sebastiana Grigore de Amorim

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Controle das plantas daninhas trapoeraba, buva e poaia-branca, mediante os herbicidas glyphosate e amônio-glufosinato em pré-semeadura

Ano: 2020

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Priscila Sebastiana Grigore de Amorim
Matrícula: 14/0159266

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV

**CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS TRAPOERABA, BUVA E POAIA-
BRANCA, MEDIANTE OS HERBICIDAS GLYPHOSATE E AMÔNIO-
GLUFOSINATO EM PRÉ-SEMEADURA**

Priscila Sebastiana Grigore de Amorim

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Carmona

Coorientadora: Dra. Núbia Maria Correia

Projeto final de Estágio Supervisionado, submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

Professor Ricardo Carmona
Universidade de Brasília – UnB
(Orientador) e-mail: rcarmona@unb.br

Professora Nara Oliveira Silva Souza
Universidade de Brasília – UnB
(Examinadora) e-mail: narasouza@unb.br

Professor Carlos Roberto Spehar
Universidade de Brasília – UnB
(Examinador) e-mail: spehar@unb.br

DEDICATÓRIA

Dedico essa conquista à Deus, aos meus familiares, ao meu companheiro e principalmente a minha amada filha Valentina, que são a razão da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer à Deus por me dar saúde, sabedoria e por sempre iluminar meu caminho.

À minha filha Valentina, que mudou completamente a minha vida e que me faz buscar uma versão melhor de mim todos os dias. Graças a ela eu descobri o amor incondicional e a razão de lutar por uma vida melhor.

Ao meu companheiro Milton Robson, pela ajuda e paciência, por ficar horas cuidando da Valentina e da casa enquanto eu fazia esse trabalho. Você é o melhor pai do mundo e meu melhor amigo.

Ao meu pai Francisco Amorim, por ser o homem mais incrível que eu conheço. Sempre cuidou de mim e nunca me deixou faltar nada. Obrigada por tudo!

À minha mãe Daniela Amorim que sempre esteve ao meu lado mesmo morando distante. Agradeço por todas as orações e pela fé que a senhora tem em mim.

Aos meus irmãos Francisco Júnior e Ana Beatriz que sempre me apoiaram em tudo. Sinto a falta de vocês todos os dias.

Ao meu orientador Ricardo Carmona por não ter me deixado desistir. Agradeço pela força, pelo carinho e principalmente pelo conhecimento, que foram essenciais para a realização desse trabalho. Mesmo em um ano tão difícil, o senhor conseguiu me ensinar e me guiar nessa etapa da minha vida.

À minha coorientadora Núbia Maria Correia pela paciência e pelos ensinamentos. Sei que não foi fácil nesse período de pandemia e por isso agradeço imensamente por tudo. Queria até me desculpar pela minha inexperiência no trabalho de campo, pois vi o quanto a Dra. Núbia é empenhada e dedicada pelo seu trabalho, o que despertou em mim tamanha admiração por ela.

À minha amiga Mariana Böhme, pelos momentos incríveis que vivemos juntas no período da faculdade. Recordarei para sempre de todas as festas, viagens e risadas que demos juntas. Considero-te uma irmã e sei que sempre posso contar com você.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Proporção entre uso de misturas em tanque e apenas um produto no tanque16.
- Figura 2: Detalhe da área experimental, mostrando a infestação com trapoeraba, poaia-branca e buva..... 18.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantidade de ingredientes ativos e produtos formulados à base de glyphosate no Brasil.....	13.
Tabela 2: Principais tipos de formulação.	14.
Tabela 3: Herbicidas e adjuvantes testados para o controle de trapoeraba, poaia-branca e buva.	20.
Tabela 4: Herbicidas testados para o controle de trapoeraba, poaia-branca e buva.	21.
Tabela 5: Datas, horários e condições meteorológicas.....	22.
Tabela 6: Controle (%) de buva (<i>Conyza</i> spp.) aos 7, 14, e 42 dias após a primeira aplicação (DAPA) de diferentes herbicidas aplicados em uma vez ou de forma sequencial, 7 dias após a primeira aplicação.....	24.
Tabela 7: Controle (%) de trapoeraba aos 7, 14, 27 e 42 dias após a primeira aplicação (DAPA) de diferentes herbicidas aplicados em uma vez ou de forma sequencial, 7 dias após a primeira aplicação.....	26.
Tabela 8: Controle (%) de poaia-branca aos 7, 14, 27 e 42 dias após a primeira aplicação (DAPA) de diferentes herbicidas aplicados em uma vez ou de forma sequencial, 7 dias após a primeira aplicação.....	29.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	1
2.OBJETIVO	2
3.REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1 PLANTAS DANINHAS	3
3.1.1 TRAPOERABA (<i>Commelina benghalensis</i>).....	4
3.1.2 BUVA (<i>Conyza</i> spp.).....	5
3.1.3 POAIA-BRANCA (<i>Richardia brasiliensis</i>).....	7
3.2 HERBICIDAS	8
3.2.1 GLYPHOSATE	9
3.2.2 AMÔNIO-GLUFOSINATO.....	11
3.2.3 PRODUTOS FORMULADOS.....	13
3.3 ASSOCIAÇÃO DO GLYPHOSATE COM O AMÔNIO-GLUFOSINATO ..	14
4.MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1 LOCAL E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	17
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	19
4.3 APLICAÇÕES DOS HERBICIDAS.....	22
4.4 AVALIAÇÕES	22
4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	22
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1 BUVA (<i>Conyza</i> spp.).....	23
5.2 TRAPOERABA (<i>Commelina benghalensis</i>).....	25
5.3 POAIA-BRANCA (<i>Richardia brasiliensis</i>).....	27
6.CONCLUSÕES.....	31
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

RESUMO

Glyphosate tem sido um dos herbicidas mais utilizados na agricultura devido ao seu elevado potencial para dessecação de plantas daninhas. Contudo, reações de tolerância e resistência tem sido relatadas, diminuindo a eficácia do glyphosate. A buva (*Conyza* spp.) é um exemplo de planta daninha resistente, enquanto a trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e a poaia-branca (*Richardia Brasiliensis*) são exemplos de plantas tolerantes. O herbicida amônio-glufosinato desponta como alternativa promissora para o manejo de plantas daninhas tolerantes ou resistentes ao glyphosate, em aplicação sequencial. Na prática, produtores rurais têm optado por misturar herbicidas no tanque do pulverizador para reduzir custos. Essa prática pode provocar efeitos aditivos, antagônicos ou sinérgicos resultantes da mistura entre herbicidas. Assim, objetivou-se avaliar a eficácia agrônômica da dessecação das plantas daninhas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*), buva (*Conyza* spp.) e poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), mediante a aplicação dos herbicidas glyphosate e amônio-glufosinato de forma isolada, sequencial ou em mistura. O trabalho foi conduzido na estação experimental da Embrapa Cerrados (Planaltina-DF), no período de 13 de março de 2020 a 24 de abril de 2020. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas apresentavam as dimensões de 3,0 m × 6,0 m (18 m²), sendo a área pulverizada de 2,0 m × 6,0 (12 m²), sendo deixada uma faixa lateral em todas as parcelas sem aplicação de herbicida de 1,0 m × 6,0 m (6 m²) como testemunha para aferição do nível de controle de cada tratamento. Os tratamentos, no quantitativo de dezoito, constaram de diferentes herbicidas e formulações. Os tratamentos incluíram herbicidas de glyphosate e amônio-glufosinato, aplicados isoladamente, em mistura ou sequencial. Cada herbicida, isoladamente ou em mistura, foi aplicado na dose de 1,2 kg ha⁻¹ de equivalente ácido (e.a.) de glyphosate, 0,4 kg ha⁻¹ de ingrediente ativo (i.a) de amônio-glufosinato. A eficácia dos herbicidas foi avaliada aos 7, 14, 27 e 42 dias após a primeira aplicação (DAPA), por observação visual, usando escala de notas de 0 a 100%. A planta buva (*Conyza* spp.) é controlada por meio do amônio-glufosinato puro. A planta trapoeraba (*Commelina benghalensis*) é controlada por meio de aplicação sequencial entre os herbicidas glyphosate e amônio-glufosinato. A planta poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) não é controlada pelas aplicações de glyphosate ou do amônio-glufosinato de forma isolada, em mistura ou sequencial. Há o efeito antagônico, resultante da mistura entre os herbicidas de glyphosate e amônio-glufosinato.

Palavras-chave: planta daninha; glyphosate; amônio-glufosinato; aplicação sequencial; mistura.

ABSTRACT

Glyphosate is one of the most used herbicides in agriculture due to its high potential for weed drying. However, tolerance and resistance characteristics present in weeds decrease glyphosate's effectiveness. The horseweed (*Conyza* spp.) is a weed that has resistance to glyphosate, while dayflower (*Commelina benghalensis*) and Brazilian pusley (*Richardia brasiliensis*) are tolerant to glyphosate. The herbicide ammonium-glufosinate represents a promising alternative for the management of weeds tolerant or resistant to glyphosate. One of the measures that the literature suggests in these situations is the adoption of sequential application. However rural producers choose to mix herbicides in the sprayer tank due to the cost-benefit, which can cause additive, antagonistic or synergistic effects. In this way, the objective of this project was to evaluate the agronomic efficacy of the desiccation of dayflower's weed (*Commelina benghalensis*), horseweed (*Conyza* spp.) and Brazilian pusley (*Richardia brasiliensis*), through the application of the herbicides glyphosate and ammonium-glufosinate in isolation, sequentially or in mixture. The work was carried out at the Embrapa Cerrados experimental station (Planaltina-DF), from March 13th, 2020 to April 24th, 2020. The experimental design was in randomized blocks, with four replications. The plots had the dimensions of 3,0 m × 6,0 m (18 m²), with the pulverized area covering 2,0 m × 6,0 (12 m²), and a side strip being left in all plots without application of herbicide over 1,0 m × 6,0 m (6 m²) for the purpose of measuring the level of control of each treatment. The eighteen treatments consisted of different herbicides and formulations. The treatments included herbicides widely used by farmers in the desiccation of weeds in pre-sowing crops (2,4-D + glyphosate and flumioxazin + glyphosate), in addition to the isolated herbicides, such as glyphosate and ammonium-glufosinate, applied alone, in mixture or sequential. Each herbicide, alone or in mixture, was applied at a dose of 1,2 kg ha⁻¹ of acid equivalent (a.e) of glyphosate, 0,4 kg ha⁻¹ of active ingredient (a.i) of ammonium-glufosinate, 1,0 kg ha⁻¹ of 2,4-D area and 0,05 kg ha⁻¹ of flumioxazin. The effectiveness of herbicides was evaluated at 7, 14, 27 and 42 days after the first application (DAFA) by using visual control assessments with a scale of grades from 0 to 100%. The horseweed (*Conyza* spp.) is controlled by application of pure ammonium-glufosinate. The dayflower (*Commelina benghalensis*) is controlled through sequential application between the herbicides glyphosate and ammonium-glufosinate. The Brazilian pusley (*Richardia brasiliensis*) is not controlled by applications of glyphosate or ammonium-glufosinate in isolation, in mixture or sequentially. There is antagonistic effect resulting from the mixture between glyphosate and ammonium-glufosinate herbicides.

Keywords: weed; glyphosate; ammonium-glufosinate; sequential application; mixture.

1. INTRODUÇÃO

O herbicida glyphosate é um dos produtos mais utilizados na agricultura brasileira e mundial para a dessecção de plantas daninhas, devido à sua elevada eficácia. Todavia, com o uso constante desse herbicida, algumas plantas daninhas têm mostrado resistência ao glyphosate, como é o caso da buva (*Conyza* spp., *Asteraceae*), a qual é umas das plantas daninhas mais problemáticas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, especialmente em áreas de cultivo de grãos. As principais espécies no Brasil são a *Conyza canadensis*, *Conyza bonariensis* e *Conyza sumatrensis*. Apresentam porte ereto e podem chegar até dois metros de altura, com caules simples ou ramificados. A buva é uma planta anual ou bianual (no caso da *Conyza canadensis*) e sua reprodução é exclusivamente por sementes, que são disseminadas pelo vento.

Outras plantas daninhas são tolerantes ao glyphosate, por exemplo, a trapoeraba (*Commelina benghalensis*, *Commelinaceae*) e a poaia-branca (*Richardia brasiliensis*, *Rubiaceae*). Como uma das plantas daninhas mais importantes no Brasil, a trapoeraba tem se mostrado muito agressiva em culturas anuais de verão. Trata-se de uma planta perene, tenra e suculenta, semiprostrada, ramificada, com enraizamento nos nós, que mede de 30 a 60 cm de altura e apresenta folhas levemente pubescentes (LORENZI, 2014). Para a reprodução, a trapoeraba produz sementes tanto na parte aérea como na parte subterrânea, somando quatro tipos de sementes, tornando seu manejo difícil. A poaia-branca é uma planta anual, herbácea, prostrada e ramificada, mede de 20 a 50 cm de comprimento, com reprodução por sementes e com elevado vigor vegetativo (LORENZI, 1991). É uma das principais espécies invasoras nas culturas de soja e milho nas regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil.

Define-se tolerância como a capacidade inata da espécie daninha em sobreviver à aplicação do herbicida desde a primeira aplicação (CHRISTOFFOLETI et al., 2016). Em contrapartida, resistência é a habilidade hereditária de uma planta em sobreviver e se reproduzir após ser exposta a dose do herbicida, que normalmente seria letal para plantas de mesma espécie (HEAP, 2014 apud CHRISTOFFOLETI et al., 2016).

Assim, o herbicida amônio-glufosinato vem sendo empregado como alternativa para o manejo de plantas daninhas em casos de tolerância ou resistência ao glyphosate. Nessas situações, uma das medidas que a literatura sugere é a adoção da aplicação sequencial. A

estratégia consiste em uma aplicação antecipada de um herbicida sistêmico e uma segunda aplicação de um herbicida de contato após alguns dias ou semanas.

Mesmo quando se recomendam aplicações de produtos individualmente e em sequência, produtores rurais têm optado por misturar os produtos no tanque visando reduzir custos operacionais, o número de entradas na área e o tempo de exposição do produtor rural aos herbicidas. A mistura em tanque pode provocar três diferentes efeitos sobre a planta: i) sinérgico: quando o efeito dos produtos aplicados juntos é maior do que a soma dos efeitos isolados; ii) aditivo: quando o efeito dos herbicidas em mistura é igual à soma dos efeitos aplicados separadamente; e iii) antagônico: quando o efeito dos herbicidas em mistura é menor do que a soma da aplicação separada (SOUZA et al., 2019). Entretanto, várias pesquisas têm apontado o antagonismo como o principal resultado entre a conjugação dos herbicidas glyphosate e amônio-glufosinato.

2. OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia agronômica da dessecação das plantas daninhas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*), buva (*Conyza* spp.) e poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) mediante a aplicação dos herbicidas glyphosate e amônio-glufosinato, de forma isolada, sequencial ou em mistura.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PLANTAS DANINHAS

Plantas invasoras, plantas daninhas e ervas daninhas são muito usados para se referir a plantas que ocorrem de modo indesejado nas atividades humanas (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011). Tais plantas têm a capacidade de crescer em condições adversas, em lugares diversos, sob os mais variados tipos de limitações de crescimento e desenvolvimento. Devido a essas características, plantas daninhas obtêm mais facilmente os recursos naturais necessários (água, luz e nutrientes), tornando-as grandes competidoras em meio às culturas. De forma geral, impactam negativamente nas atividades agrícolas, uma vez que podem afetar a produtividade das culturas, devido aos seus efeitos diretos por interferência (ação conjunta da competição e da alelopatia) – e por efeitos indiretos – como o aumento dos custos de produção, dificuldade de colheita, prejuízos na qualidade do produto colhido, além de hospedar pragas e doenças. Altas infestações de plantas daninhas podem provocar até mesmo perda total em áreas agrícolas (EMBRAPA, 2020).

De acordo com Carvalho (2013), uma das teorias aceitas sobre a origem das plantas daninhas refere-se ao período em que o homem deixou de ser nômade e passou a cultivar a terra, separando as plantas maléficas (daninhas) das benéficas (cultivadas). O homem é o grande responsável pela evolução das plantas daninhas. Uma das formas de evolução das plantas daninhas é a mimetização, quando uma planta invasora desenvolve características semelhantes à cultivada. Quanto maior for essa semelhança, maior será a dificuldade em controlá-la. As práticas de controle foram mudando ao longo dos anos e, dessa forma, foi possível notar certas habilidades desenvolvidas pelas plantas invasoras com o propósito de sobreviver e se reproduzir, a exemplo da tolerância e resistência a herbicidas (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011).

Define-se resistência como a habilidade hereditária de uma planta sobreviver e se reproduzir após a exposição a uma dose de herbicida normalmente letal para o biótipo selvagem da planta. A resistência pode ocorrer de forma natural – selecionada em populações de plantas daninhas de ocorrência no campo, por exposição a herbicida – ou induzida por técnicas como engenharia genética ou seleção de variantes produzidas por culturas de tecidos ou mutagênese (HEAP, 2014 apud CHRISTOFFOLETI et al., 2016). Por outro lado, tolerância é a capacidade inata de uma espécie de planta daninha em sobreviver e se reproduzir após a aplicação do herbicida na dose recomendada, que seria letal para outras

espécies. Contudo, não há um processo de seleção imposto pelo herbicida para tornar a planta tolerante, ou seja, as plantas tolerantes possuem naturalmente a capacidade de sobreviver à aplicação do herbicida desde a primeira aplicação, sendo isto o que as diferencia das espécies descritas como resistentes (CHRISTOFFOLETI et al., 2016).

Para evitar o surgimento da tolerância e da resistência, é recomendado realizar práticas agrícolas como a rotação de culturas, não usar consecutivamente herbicidas com o mesmo mecanismo de ação em uma área, fazer a rotação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação e realizar aplicações sequenciais de herbicidas com diferentes mecanismos de ação (VARGAS, 2006).

3.1.1 TRAPOERABA (*Commelina Benghalensis*)

A trapoeraba é considerada uma das mais importantes plantas daninhas do mundo. A planta pertence à família *Commelinaceae*, que possui de 40 a 50 gêneros, com cerca de 700 espécies (KISSMANN, 1997 apud RONCHI et al., 2002). Destas, cerca de 60 espécies têm sido facilmente encontradas em diversas culturas agrícolas no Brasil (BLANCO, 2010). Destacam-se quatro espécies de trapoeraba no país: *Commelina benghalensis* L., *Commelina villosa*, *Commelina diffusa* e *Commelina erecta* L. (PENCKOWSKI; ROCHA, 2006). A *Commelina benghalensis* é uma das plantas daninhas mais importantes no Brasil e provoca perdas significativas de produtividade em culturas agrícolas, dificultando as operações de colheita (DIAS, 2008; SANTOS et al., 2001).

Originária do sul e sudoeste asiáticos, tem ocorrência frequente na Índia, Sri Lanka, Indochina, Austrália, África e Brasil (KISSMANN, 1997). Tem como característica ser uma planta muito agressiva em culturas anuais de verão nas regiões Central e Meridional do Brasil. A espécie é perene, tenra e suculenta, semiprostada, ramificada, com enraizamento nos nós, que mede de 30 a 60 cm de altura e apresenta folhas levemente pubescentes (LORENZI, 2014).

As trapoerabas produzem sementes na parte aérea e na parte subterrânea, somando quatro tipos de sementes que diferem em tamanho, peso, viabilidade e grau de dormência: sementes aéreas grandes (5 mg/semente), aéreas pequenas (2,5 mg/semente), subterrâneas grandes (14 mg/semente) e subterrâneas pequenas (7 mg/semente). As sementes formadas na parte aérea e as subterrâneas pequenas apresentam períodos variados de dormência, que desaparecem natural e gradualmente com o tempo. Esse fator favorece o acúmulo de sementes

no solo e explica o surgimento da planta após o preparo do solo, mesmo quando determinada área era considerada isenta da planta. Em razão da dispersão temporal da germinação das sementes de *C. benghalensis*, ciclos de emergência de plântulas dessa espécie podem ocorrer em qualquer época do ciclo das culturas agrícolas. Em resumo, características como essas tornam a *C. benghalensis* uma planta de difícil controle.

No Brasil, ela infesta normalmente culturas de citros, café, soja, milho e feijão. De acordo com Souza et al. (2004), além de prejudicar o crescimento das culturas, em razão da competição por água, luz, nutrientes, a planta daninha é hospedeira intermediária de nematoides e de vírus. Sua presença em culturas de soja, por exemplo, dificulta a colheita mecânica e contribui para o aumento do teor de água dos grãos ou das sementes colhidas.

Em áreas onde o herbicida glyphosate tem sido utilizado com frequência, populações de trapoeraba têm passado a prevalecer, fato esse associado à maior tolerância da espécie ao herbicida em relação às demais (ROCHA et al., 2007; WEBSTER & GREY, 2008; DIAS et al., 2009; MACIEL et al., 2011 apud DIAS et al., 2013).

3.1.2 BUVA (*Conyza* spp.)

Conyza spp., da família *Asteraceae* são plantas de até dois metros de altura, com caules simples ou ramificados, porém sempre pubescentes (OLIVELLA et al., 2015). As folhas são alternas com lâminas simples, inteiras ou pinatífidas. O fruto da planta daninha é pequeno, leve, com margens engrossadas, provido de pappus de numerosas cerdas finas (ARIZA; NOVARA, 2005).

O gênero *Conyza*, foi catalogado no ano de 1753 por Linnaeus e, desde então, já foram descritas 399 espécies (TROPICOS, 2011 apud CONSTANTIN et al., 2013). Essa planta daninha pode ser encontrada tanto em climas temperados como em zonas subtropicais (THEAUBAUD; ABBOTT, 1995). A buva normalmente infesta mais de 40 cultivos de interesse econômico, competindo pelos recursos ou dificultando na colheita (PONSA; PICAPIETRA, 2015 apud OLIVELLA et al., 2015).

As principais espécies no Brasil são a *Conyza canadensis*, *Conyza bonariensis* e *Conyza sumatrensis*. A principal diferença entre as espécies é a inserção das inflorescências e a margem das folhas (KISSMANN; GROTH, 1999), porém outras características morfológicas podem ser consideradas na identificação.

A buva é uma planta de ciclo anual ou bianual (no caso da *C. canadenses*), que se reproduz exclusivamente por sementes (REGERHR; BAZZAZ, 1979). No Brasil, os fluxos de emergência variam ao longo do ano de acordo com a região. Embora a buva seja uma planta daninha anual e facultativa de inverno, há a possibilidade de emergência tanto na estação de outono como na primavera (TOZZI; VAN ACKER, 2014). Essas espécies não são polinizadas por insetos, prevalecendo autogamia ou polinização pelo vento. Após a fecundação, a maturação das sementes ocorre em três semanas (THÉBAUD et al., 1996 apud OLIVELLA et al., 2015).

As espécies são muito prolíficas. A *Conyza bonariensis* tem a capacidade de produzir 375 mil sementes por planta, a *C. canadensis* em torno de 200 mil, e a *C. sumatrensis* mais de 60 mil (GREEN, 2010 apud OLIVELLA et al., 2015). Essas três espécies têm sido comumente denominadas buva ou voadeira, e esse nome popular está associado pela principal forma de disseminação das sementes: o vento. O peso das sementes é consideravelmente pequeno, de 0,00004 a 0,6 mg (HOLM et al., 1997 apud CONSTANTIN et al., 2013), o que ajuda na sua dispersão.

DAUER et al. (2007), citados por CONSTANTIN et al. (2013), demonstraram que as sementes de buva podem ser dispersas a distâncias de pelo menos 500 metros a partir da população fonte. A buva tem capacidade de formar grandes bancos de sementes no solo em curtos períodos (WU et al., 2007). As sementes não possuem dormência e podem germinar logo após a dispersão em condições de temperatura e umidade favoráveis.

Outro fator que vale ser destacado é a hibridação natural (troca de alelos) entre as populações das espécies de *Conyza*, o que proporciona o aumento da variabilidade genética dentro de cada população. Populações de plantas com elevada variabilidade genética desenvolvem altas variações adaptativas, que contribuem para que algumas plantas escapem dos efeitos de herbicidas. Logo, devido à grande habilidade reprodutiva e à diversidade genética, surgem biótipos resistentes a herbicidas, tornando o seu manejo difícil. (CONSTANTIN et al., 2013)

A buva é uma das plantas daninhas mais problemáticas na agricultura, especialmente em áreas de cultivo de grãos, nas regiões Sul e Sudeste, com alguns focos na região Centro-Oeste. Além de infestar áreas destinadas à produção de grãos, a buva também infesta pastagens degradadas (CONSTANTIN et al., 2013). A importância da buva na agricultura se agravou devido a práticas inadequadas, que contribuíram para o surgimento de biótipos

resistentes. Tais práticas a não adoção de rotação de culturas e aplicações contínuas e frequentes de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação.

A introdução de culturas geneticamente modificadas para resistência ao glyphosate, como a soja transgênica RR, aumentou a pressão de seleção em consequência da aplicação repetida do herbicida glyphosate em áreas infestadas com essa planta daninha, resultando em biótipos resistentes (CONSTANTIN et al., 2013). As espécies de buva formam o maior grupo de resistência, tanto em número de casos, quanto em área de infestação (HEAP, 2011; apud CONSTANTIN et al., 2013). Há relatos de resistência em biótipos de *Conyza* para mais de um herbicida, entre eles: glyphosate, paraquat, diquat, simazina, chlorimuron e clorsulfuron (HEAP, 2016; OLIVELLA et al., 2015).

3.1.3 POAIA-BRANCA (*Richardia Brasiliensis*)

Richardia brasiliensis, conhecida como poaia-branca, poaia-do-campo ou apenas poaia, é uma planta daninha infestante de áreas agrícolas do Brasil. Pertencente à família *Rubiaceae*, uma das maiores famílias das angiospermas, possui 650 gêneros e aproximadamente 13.000 espécies em nível mundial (DELPRETE, 1999). No Brasil, essa família apresenta em torno de 130 gêneros e 1.500 espécies, com uma grande ocorrência no bioma Mata Atlântica (SOUZA; LORENZI, 2005). Além disso, o Brasil possui uma grande variedade de espécies rubiáceas nativas ou introduzidas, muitas das quais possuem alto valor econômico, como o cafeeiro, a ipecacuanha (medicinal) e a gardênia (ornamental). Entretanto, a maioria das espécies dessa família apresentam aspectos negativos, sendo classificadas como plantas infestantes (KISSMANN; GROTH, 1995).

A poaia-branca é nativa da América do Sul, e no Brasil está presente em áreas agrícolas do Centro-Oeste, Sudeste e Sul. É indicada também como planta daninha em lugares como Rodésia, Suazilândia, Havaí, Indonésia, África do Sul, Estados Unidos e Quênia (HOLM et al., 1991 apud ROSSETO et al., 1997). Essa espécie se desenvolve bem em solos medianos a leves, com boa disponibilidade hídrica, mas não encharcados. Seu crescimento é estimulado pela farta disponibilidade de luz. Infesta pastagens, pomares e lavouras, nas quais acarreta intensa interferência competitiva, principalmente no início do ciclo de culturas de verão (KISSMANN; GROTH, 1994 apud ROSSETO et al., 1997).

A poaia é uma planta anual, herbácea, prostrada e ramificada, apresenta caule densamente hirsuto, mede de 20 a 50 cm de comprimento, com reprodução por sementes e

com elevado vigor vegetativo. Isso faz com que o solo seja coberto rapidamente, semelhante a um tapete (LORENZI, 1991). Suas folhas são simples e opostas, observando-se a presença de estípulas interpeciolares. O pecíolo é curto ou quase ausente, o limbo foliar apresenta forma ovada a lanceolada, de coloração verde-escura com tênue pilosidade na face ventral e sobre as nervuras na face dorsal (ROSSETO et al., 1997). Segundo Lorenzi (1991), suas inflorescências são brancas, terminais em glomérulos achatados, com 10 a 15 mm de diâmetro, protegidos por um involúcro de 2 a 6 brácteas semelhantes a folhas, sendo o fruto uma cápsula oboval-trígona, de 2 a 4 mm de comprimento.

Richardia brasiliensis é uma das principais espécies daninhas nas culturas de soja e milho das regiões Sul e Centro-Oeste do país. O controle químico é um dos principais métodos empregados para controlar plantas daninhas nessas espécies, entretanto, o uso intensivo e inadequado de herbicidas pode provocar efeitos negativos no ambiente, como a seleção de espécies daninhas tolerantes e resistentes aos diferentes mecanismos de ação herbicida existentes (FERREIRA et al., 2009 apud DIESEL, 2016). Essa planta é dificilmente controlada por herbicidas de manejo e pós-emergentes no sistema de plantio direto na região Sul do Brasil (PITELLI, 1991 apud FIGUEIREDO, 2005). Em regiões com uso frequente do herbicida glyphosate – como com a soja geneticamente modificada (RR) e em áreas de cafezais e pomares – há casos de seleção de espécies tolerantes a esse herbicida, como é o caso da poaia-branca (CHRISTOFFOLETI et al., 2008). Essa espécie é relatada como tolerante ao herbicida glyphosate (DURIGAN et al., 1988; SHARMA; SINGH, 2001; MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2003; LACERDA; VICTORIA FILHO, 2004; MONQUERO et al., 2005; PROCÓPIO et al., 2007; VARGAS; GAZZIERO, 2008; CERDEIRA et al., 2010 apud DIESEL, 2016). Misturas em tanque com glyphosate ou aplicações sequenciais com herbicidas de outros mecanismos de ação representam importantes estratégias para o controle dessa planta daninha (DIESEL, 2016).

3.2 HERBICIDAS

A Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, dispõe sobre os agrotóxicos como

produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de

seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, desseccantes, estimuladores e inibidores de crescimento.

Os herbicidas são agentes biológicos ou substâncias químicas capazes de matar ou suprimir o crescimento de espécies vegetais específicas. Esses agentes biológicos incluem fungos e outros micro-organismos. Já as substâncias químicas se dividem em orgânicas, que envolvem a maioria dos herbicidas utilizados atualmente, ou inorgânicas, que compreendem produtos utilizados para o controle de plantas daninhas no passado, como o NaCl e o H₂SO₄. Geralmente inibem a atividade enzimática na célula das plantas sujeitas ao controle, o que resulta na inibição do desenvolvimento ou na morte da planta. Os herbicidas são classificados de acordo com as características inerentes de cada um, com base na translocação, seletividade, época de aplicação e mecanismo de ação (ROMAN et al., 2005), entre outros.

Dentre os herbicidas, o glyphosate é o produto mais vendido e utilizado no Brasil e no mundo para a eliminação de plantas invasoras (SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA, 2020). Destaca-se também o amônio-glufosinato, um herbicida amplamente utilizado na agricultura em escala mundial, em função tanto de sua alta eficiência quanto do amplo espectro de controle de plantas daninhas (BRUNHARO et al., 2014).

3.2.1 GLYPHOSATE

- a) Grupo químico: glicina substituída
- b) Nome químico: N – (phosphonomethyl) glycine
- c) Ingrediente ativo ou nome comum: glyphosate/glifosato
- d) Classificação toxicológica: classe IV
- e) Fórmula bruta: C₃H₈NO₅P

A molécula de glyphosate foi sintetizada pela primeira vez por Henri Martin em uma pequena indústria farmacêutica suíça no ano de 1950. Como aplicações farmacêuticas não foram identificadas, a molécula foi vendida para outras empresas e amostras foram testadas para possíveis usos finais. O químico americano John E. Franz, da empresa Monsanto, descobriu as propriedades do glyphosate em 1970, que logo foi patenteado para uso como herbicida. A primeira patente foi registrada nos Estados Unidos, a qual foi seguida por numerosas outras que foram reivindicadas e adquiridas pela Monsanto Company. Os

herbicidas com formulações à base de glyphosate, como Roundup®, Accord® e Touchdown®, são os produtos mais comuns usados na agricultura. Após a expiração da proteção de patente nos Estados Unidos em 2000, as vendas de preparações genéricas expandiram intensamente, e seus principais produtores internacionais incluem Dow, Syngenta, NuFarm etc. (FRANZ et al., GROSSBARD; ATKINSON, 2008 apud TEIXEIRA et al., 2019).

Desde então, tem sido o herbicida mais vendido no mundo. No Brasil, no período de 2009 a 2017, o glyphosate e seus sais ficaram em primeiro lugar no ranking dos ingredientes ativos (de agrotóxicos) mais vendidos (TEIXEIRA et al., 2019). Ademais, o boletim anual do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) de 2019 mostrou que o glyphosate e seus sais ocupam o primeiro lugar no ranking dos ingredientes ativos mais vendidos nesse ano no Brasil, com cerca de 217 mil toneladas de ingrediente ativo, muito à frente do segundo lugar, o ácido diclorofenoxiacético (2,4-D), cujo consumo foi calculado em torno de 53 mil toneladas de ingrediente ativo.

Hartzler (2006), citado por Morais e Rossi (2010), afirma que a ampla utilização do glyphosate em várias culturas é vantajosa. Aspectos relacionados à toxicologia, facilidade de manuseio, eficácia de controle, ganhos de produtividade, entre outros tornaram esse herbicida o líder mundial de vendas. Pode ser aplicado em culturas de arroz irrigado, cana-de-açúcar e soqueira em cana-de-açúcar, café, citros, maçã, milho, pastagens, soja, fumo, uva, ameixa, banana, cacau, nectarina, pera, pêssego, seringueira e plantio direto do algodão (AMARANTE JÚNIOR et al., 2002).

No Sistema Plantio Direto (SPD), a eliminação das plantas daninhas ou das culturas de cobertura de solo é feita com herbicidas de dessecação ou de manejo. Essa dessecação é de extrema importância, e sem ela não se viabiliza o SPD. O herbicida mais utilizado na dessecação de manejo é o glyphosate, aplicado antes da semeadura. Ele atua eliminando todas as plantas daninhas ou culturas de cobertura presentes na área a ser cultivada. Entretanto, em áreas onde há as espécies como *Commelina benghalensis*, *Spermacoce latifolia* (erva-quente), *Richardia brasiliensis*, *Tridax procumbens* (erva-de-touro) e *Sida spp.* (guanxuma), a operação de dessecação com glyphosate não tem sido satisfatória, em razão da tolerância dessas espécies à molécula de glyphosate (MELHORANÇA, 2002).

O glyphosate é um produto não seletivo, de ação sistêmica, de amplo espectro, usado no controle de plantas daninhas anuais e perenes. Seu mecanismo de ação na planta consiste

na ligação na enzima ácido 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), que catalisa a síntese de aminoácidos aromáticos, inibindo-a. O glyphosate inibe a EPSPs por competição com o substrato PEP (fosfoenolpiruvato), impedindo a transformação do shiquimato em corismato. A inibição dessa enzima leva à desregulação do fluxo de carbono na planta e a um acúmulo de compostos intermediários tóxicos, o shiquimato ou shiquimato-3-fosfato (ROMAN et al., 2005).

No contexto da resistência, o herbicida glyphosate possibilitou um grande avanço na produção mundial de alimentos com a introdução de culturas geneticamente modificadas, tolerantes ao glyphosate (MELHORANÇA FILHO, 2010). Porém, o glyphosate tem sido usado intensivamente por vários anos na agricultura e aplicado de forma repetitiva em uma mesma área, o que tem provocado o aumento de plantas daninhas tolerantes ou resistentes ao glyphosate (CHRISTOFFOLET; LÓPEZ-OVEJERO, 2003). Por conseguinte, outras medidas para o controle de plantas daninhas devem ser adotadas para evitar esse tipo de problema.

Assim, outro herbicida que representa uma opção promissora para ajudar no controle de plantas daninhas associado ao glyphosate é o herbicida amônio-glufosinato (PAZUCH et al., 2013 apud BRITO et al., 2017).

3.2.2 AMÔNIO-GLUFOSINATO

a) Grupo químico: homoalanina substituída

b) Nome químico: 4-[hydroxy(methyl)phosphinoyl]-DL-homoalanine ou DL-homoalanin-4-yl(methyl)phosphinic acid

c) Ingrediente ativo ou nome comum: glufosinate/glufosinato

d) Classificação toxicológica: classe III

e) Fórmula bruta: $C_5H_{12}NO_4P$

Herbicida de contato, controla plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas, anuais e perenes. Entretanto, necessita de doses elevadas ou repetição de aplicações caso haja tolerância (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Pode ser usado em pós-emergência em culturas como hortaliças, frutíferas e em grandes culturas como café, soja e milho. Nessa situação, a soja e o milho devem ser resistentes a esse herbicida, devido ao sistema Liberty Link®, enquanto nas culturas perenes citadas as aplicações devem ser dirigidas nas entrelinhas. É

recomendado como dessecante nas áreas de produção de algodão, batata, cana-de-açúcar, cevada, feijão, soja e trigo (ANVISA, 2017).

Em relação às suas propriedades físicas e químicas, o amônio-glufosinato é solúvel em água e possui comportamento de ácido fraco. Não é volátil; é adsorvido fracamente pelos coloides, podendo ser móvel no solo. É rapidamente decomposto por micro-organismos no solo, o que resulta em baixa persistência e pequeno potencial de lixiviação. Atua na glutamina sintetase (GS) – enzima importante na rota metabólica de incorporação do nitrogênio inorgânico – na forma de amônia, na formação de compostos orgânicos. A molécula do amônio-glufosinato liga-se à GS, de forma irreversível, no sítio da enzima que normalmente é ocupado pelo glutamato. Após a aplicação do produto e a associação do amônio-glufosinato com a GS, ocorre acúmulo de amônia no interior da célula, redução da taxa fotossintética, falta de aminoácidos, de glutamina e de glutamato, inibição do crescimento, clorose e morte da planta (ROMAN et al., 2005). Os principais sintomas que as plantas apresentam após a aplicação de amônio-glufosinato são rápida clorose do tecido tratado, seguido de necrose e morte após poucos dias (BRUNHAROO et al., 2014). De acordo com Duke e Lydon (1987), citados por Brito (2016), esse herbicida é um sal derivado de uma toxina natural isolada a partir de duas espécies bacterianas: *Streptomyces viridochromogenes* e *Streptomyces hygrosopicus*. Segundo Brunharoo et al. (2014), o herbicida amônio-glufosinato possui duas formas: a ativa, que tem ação herbicida (L-phosphinothricin) e a inativa (D-phosphinothricin). A partir dessas duas bactérias, foram desenvolvidas plantas geneticamente modificadas resistentes ao amônio-glufosinato, tecnologia denominada de Liberty Link®. Ambas as bactérias expressam a enzima phosphinothricin acetiltransferase (PAT), que codifica a N-acetiltransferase, responsável pela inativação do amônio-glufosinato. A enzima PAT é inserida no DNA de cultivares de milho, soja, algodão etc., conferindo às mesmas habilidades de impedir que o herbicida atinja o sítio de ação (BRUNHAROO et al., 2014). Muitos produtores vêm adotando essa tecnologia como uma opção para controlar plantas daninhas resistentes ao glyphosate, como nos Estados Unidos, em que os agricultores usam a soja Liberty Link® como opção para controlar biótipos de *Amaranthus palmeri*, resistentes ao glyphosate (RIAR et al., 2013 apud FRANZONI, 2018). Bhrunharoo et al. (2014) afirmam que no Brasil o amônio-glufosinato vem sendo empregado como um herbicida alternativo ao glyphosate, em operações de manejo e em pós-emergência nas culturas, devido ao aparecimento da resistência, como no caso de biótipos de buva (*Conyza bonariensis*), azevém

(*Lolium multiflorum*), capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e capim-branco (*Chloris polydactyla*).

3.2.3 PRODUTOS FORMULADOS

No Brasil, atualmente existem 116 produtos formulados a partir da molécula do glyphosate e seus sais (AGROFIT, 2020).

Tabela 1: Quantidade de ingredientes ativos e produtos formulados à base de glyphosate no Brasil.

INGREDIENTE ATIVO	QUANTIDADE DE PRODUTOS FORMULADOS
Glyphosate sal de dimetilamina	3
Glyphosate sal de amônio	14
Glyphosate sal de di-amônio	3
Glyphosate sal de isopropilamina	28
Glyphosate sal de potássio	10
Molécula isolada de glyphosate	58

Fonte: Agrofit, 2020.

São 12 os produtos formulados com o princípio ativo de amônio-glufosinato no Brasil, sendo o Finale e o Liberty os mais utilizados (AGROFIT, 2020).

Herbicidas são encontrados sob diversas formulações no mercado. A formulação propriamente dita é composta por um princípio ativo, adjuvantes e um diluente. O diluente é o meio em que o produto será diluído para a aplicação, podendo ser água, óleos ou solventes orgânicos. O princípio ativo ou ingrediente ativo (i.a) é a substância que confere ao herbicida a fitotoxicidade ou a capacidade de controlar a planta daninha. São suas propriedades físico-químicas que definem quais serão os adjuvantes a serem utilizados (VARGAS, 2006 apud D'AMATO, 2017). Contudo, algumas moléculas podem sofrer alterações de acordo com o pH do meio. Nessa situação, o equivalente ácido (e.a) estará presente na composição da formulação. O e.a é a quantidade de ingrediente ativo formulado como um derivativo, capaz de retornar à molécula parental. No caso do glyphosate, esse herbicida geralmente é formulado como um derivativo de sal (sal de potássio, sal de isopropilamina, sal de di-amônio, sal de amônio, sal de dimetilamina) e se refere a quanto desse sal pode ser convertido para a molécula parental do glyphosate. Em suma, a quantidade de i.a considera o conjunto de

herbicida mais o derivativo, que não exerce toxicidade, ao passo que o e.a considera apenas a concentração de herbicida que efetivamente controla as plantas daninhas (WEEDOUT, 2019).

De acordo com Vargas e Roman (2006), adjuvantes são substâncias adicionadas à formulação com o objetivo de aumentar a eficiência do produto ou modificar certas propriedades da solução. Eles se dividem em dois grupos: modificadores das propriedades de superfícies dos líquidos (surfactantes) e aditivos (óleo vegetal, óleo mineral, ureia, sulfato de amônio, entre outros).

É importante escolher corretamente o tipo de formulação a ser utilizada, pois isso influencia na eficiência do herbicida. Ela deve ser segura, durável e extrair a máxima atividade do ingrediente ativo (KNOWELS, 1998 apud D'AMATO, 2017). Além disso, as diferentes formulações de um herbicida podem alterar a absorção e a translocação do ingrediente ativo, influenciando a eficácia no controle de plantas daninhas (SILVA et al., 2000 apud WERLANG et al., 2003).

Tabela 2: Principais tipos de formulação.

CÓDIGO	TIPOS DE FORMULAÇÕES
GR	Granulado
CS	Suspensão de encapsulado
EC	Concentrado emulsionável
EW	Emulsão de óleo em água
ME	Microemulsão
SC	Suspensão Concentrada
SE	Suspo/Emulsão
SL	Concentrado solúvel
WG	Granulado dispersível
WP	Pó molhável
DS	Pó para tratamento a seco de sementes
WS	Pó para preparação de pasta em água
FS	Suspensão concentrada para tratamento de sementes
LS	Solução para tratamento de sementes

Fonte: D' Amato, 2017.

3.3 ASSOCIAÇÃO DO GLYPHOSATE COM O AMÔNIO-GLUFOSINATO

De acordo com Brunharoo et al. (2014), controlar plantas daninhas significa reduzir ou eliminar sua competição com a cultura produzida, porém algumas plantas invasoras

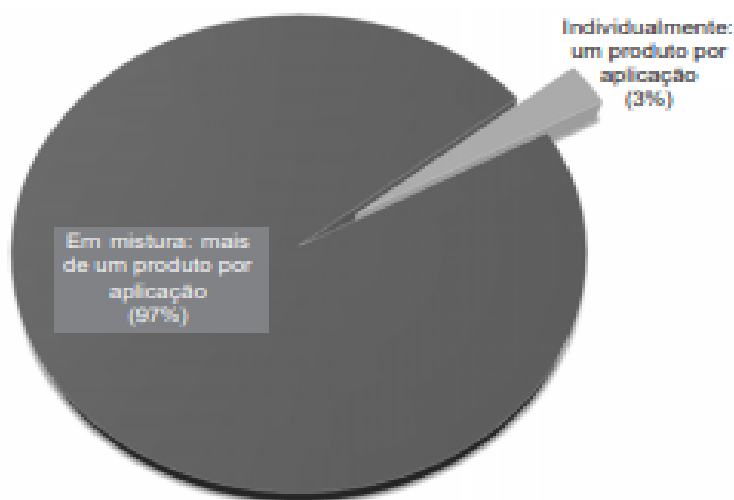
apresentam características de tolerância a herbicidas, o que dificulta o manejo. Devido à má aplicação de agrotóxicos em áreas onde há uso repetido de herbicidas de um mesmo grupo químico – ou pertencentes a diferentes grupos químicos mas com o mesmo mecanismo de ação –, surge a resistência aos herbicidas. Para essa situação, a literatura sugere associar ingredientes ativos de diferentes mecanismos de ação ou realizar aplicações sequenciais de herbicidas.

A aplicação sequencial de herbicidas é uma estratégia utilizada no manejo de plantas daninhas que antecede a semeadura, em que geralmente é realizada a dessecação da área a ser cultivada. Pode ser realizada por meio da aplicação de doses menores do que a recomendada de determinado herbicida, a ser complementada com o restante da dose após um intervalo de tempo (dias ou semanas), visando controlar novos fluxos de plantas emergentes após a primeira aplicação (ELEVAGRO, 2019). Outra forma de aplicação sequencial consiste no uso antecipado de um herbicida sistêmico e não seletivo, para proporcionar o controle da cobertura vegetal ou das plantas daninhas instaladas na área. Com a diminuição da massa vegetal sobre o solo e com a incidência de chuvas, ocorre a emergência de um novo fluxo de plântulas a partir do banco de sementes do solo, previamente à semeadura. Para controlar esse fluxo, em um intervalo de dias ou semanas é realizada uma segunda aplicação, que geralmente consiste em um herbicida de contato, cuja função é possibilitar a semeadura no limpo e controlar as rebrotas de plantas que não foram controladas na primeira aplicação (OLIVEIRA JR et al., 2006). Em suma, a aplicação sequencial proporciona uma oportunidade de eliminar vários fluxos de emergência de plantas daninhas que ocorrem antes da semeadura da cultura, reduzindo sua densidade durante a emergência e crescimento inicial da cultura, possibilitando o seu crescimento, competitividade e produção (VIDAL et al., 1999 apud KOZLOWSKI, 2001). Contudo, produtores têm optado por misturar esses herbicidas no tanque do equipamento aplicador, visando a redução de custos, do número de entradas na área, de combustível e do volume de água usado, além de menor compactação do solo, menor tempo de exposição do trabalhador rural ao agrotóxico e melhor manejo e prevenção da resistência de pragas (GAZZIERO, 2015).

Sob essa perspectiva, Gazziero (2015) desenvolveu um estudo por meio da aplicação de um questionário com perguntas sobre misturas de produtos em tanque. A pesquisa envolvia instituições e profissionais da cadeia produtiva agrícola (produtores, assistentes técnicos de cooperativas, consultores e assistentes técnicos da área governamental). Foram recebidas 500

respostas advindas de 17 estados brasileiros, sendo possível constatar que 97% adotavam misturas de produtos em tanque, ao passo que apenas 3% utilizavam somente um produto por aplicação.

Figura 1: Proporção entre uso de misturas em tanque e apenas um produto no tanque.



Fonte: Gazziero (2015).

Misturas em tanque podem acarretar diferentes efeitos sobre as plantas (SOUZA et al., 2019):

- sinérgico: quando o efeito da mistura é superior ao da aplicação dos produtos individualmente;
- aditivo: quando o efeito da aplicação da mistura é semelhante ao da aplicação dos produtos individualmente;
- antagônico: quando o efeito da aplicação da mistura é inferior ao da aplicação dos produtos individualmente;

Em relação à mistura entre os herbicidas glyphosate e amônio-glufosinato, a associação entre herbicidas de diferentes mecanismos de ação – como é o caso – deve ser implementada dentro de um manejo preventivo de aparecimento da resistência. Portanto, o amônio-glufosinato, não apenas no Brasil, mas no mundo todo, vem sendo utilizado e empregado como um herbicida não seletivo, pós-emergente e alternativo ao glyphosate, visando o controle mais efetivo de plantas daninhas, principalmente após o aparecimento da resistência (BRUNHAROO et al., 2014). Moreira et al. (2010) estudaram essa possibilidade e

concluíram que o amônio-glufosinato complementava o controle da buva resistente ao glyphosate. Melo et al. (2012) observaram que o amônio-glufosinato complementa o manejo da planta daninha capim-amargoso (*Digitaria insularis*), resistente ao glyphosate. Nicolai et al. (2013), citados por Brunharoo et al. (2014), concluíram que a combinação do glyphosate e do amônio-glufosinato, em aplicações intercaladas, acarretaram o melhor controle de uma infestação de buva resistente ao glyphosate. Assim, o uso de mais de um mecanismo de ação no controle de uma planta daninha é sugerido tanto para evitar o aparecimento de biótipos resistentes como para combater a seleção já ocorrida (NORSWORTHY et al., 2012).

Todavia, Kudsk e Mathiassen (2004) observaram um antagonismo entre os herbicidas glyphosate e amônio-glufosinato, resultado de uma incompatibilidade biológica entre esses produtos. O amônio-glufosinato, de ação mais rápida, restringiria a captação e a translocação do glyphosate, de ação mais lenta, impedindo a atividade deste. Essa questão também foi constatada por Chuah et al. (2008), que tentaram controlar a *Eleusine indica*, sem êxito com esses dois herbicidas.

Bethke et al. (2013) concluíram que o amônio-glufosinato destrói o aparelho fotossintético da planta e, por isso, reduziria a translocação do glyphosate, o que explica o efeito antagônico entre os herbicidas. Contudo, esses autores observaram respostas sinérgicas uma semana após a aplicação da mistura de amônio-glufosinato e glyphosate para o controle das plantas daninhas *Abutilon theophrasti*, *Chenopodium album* e *Setaria faberi* e efeitos aditivos e antagônicos 28 dias depois da aplicação da mistura. Para o controle de *Chenopodium album*, quando era usada uma alta dose de amônio-glufosinato e baixa de glyphosate, o antagonismo era perdido e, dessa forma, Meyer e Norsworthy (2018) concluíram que o antagonismo depende tanto da dose utilizada como da espécie a ser controlada.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O presente trabalho foi conduzido na estação experimental da Embrapa Cerrados, localizada a 15°36'00.9" de latitude sul e 47°42'50.9" de longitude oeste, em Planaltina, Distrito Federal, no período de 13 de março de 2020 a 24 de abril de 2020. O clima dessa região é classificado como Aw (tropical chuvoso), segundo a classificação de Köpen (ESPINOZA, 1982), com duas estações bem definidas: verão chuvoso e inverno seco. A

precipitação média anual é de 110 mm por ano e cerca de 60% das precipitações ocorrem entre os meses de outubro a maio (INMET). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (PARRORI, 1998).

Na área experimental foram cultivadas previamente crotalárias, nos meses de outubro a janeiro de 2019, para a adubação verde. Após esse período, a área foi deixada em pousio até a implantação do experimento. Além da ocorrência de buva (*Conyza* spp.), trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), a área experimental apresentava, em menor escala, infestações naturais das espécies erva-de-touro (*Tridax procumbens*), erva-quente (*Spermacoce latifolia*) e erva-de-santa-luzia (*Euphorbia hirta*). Antes da aplicação dos herbicidas, a densidade populacional de buva foi estimada na área, por meio de quadro com 0,45 m × 1,0 m de área interna, o qual foi arremessado aleatoriamente nove vezes na área experimental, em que resultou no total de 4,3 plantas/0,45 m². Para as espécies de trapoeraba e poaia-branca, foi constatado visualmente uma alta infestação, cobrindo cerca de 100% todas as parcelas do experimento. Os herbicidas foram aplicados em plantas em pleno desenvolvimento reprodutivo das espécies entre os meses de março a abril.

Figura 2: Detalhe da área experimental, mostrando a infestação com trapoeraba, poaia-branca e buva.



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado no experimento foi de blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas apresentavam as dimensões de 3,0 m × 6,0 m (18 m²), sendo a área pulverizada de 2,0 m × 6,0 m, deixando uma faixa lateral em todas as parcelas sem aplicação de herbicida de 1,0 m × 6,0 m como testemunha para fins de aferição do nível de controle de cada tratamento.

Os tratamentos, no quantitativo de dezoito, constaram de diferentes formulações de glyphosate e do herbicida amônio-glufosinato (Tabelas 3 e 4). Os tratamentos também incluíram herbicidas amplamente usados por agricultores na dessecação de plantas daninhas em pré-semeadura de culturas, a exemplo das misturas 2,4-D + glyphosate e flumioxazin + glyphosate, além dos herbicidas isolados, como glyphosate e amônio-glufosinato, aplicados isoladamente, em mistura ou sequencial. Cada herbicida, isoladamente ou em mistura, foi aplicado na dose de 1,2 kg ha⁻¹ de equivalente ácido (e.a.) de glyphosate, 0,4 kg ha⁻¹ de ingrediente ativo (i.a.) de amônio-glufosinato, 1,0 kg ha⁻¹ de e.a. de 2,4-D e 0,05 kg ha⁻¹ de i.a. de flumioxazin (Tabela 2). Adicionou-se óleo vegetal no amônio-glufosinato e nas misturas entre glyphosate e amônio-glufosinato e óleo mineral na mistura flumioxazin + glyphosate. A aplicação de herbicidas ocorreu em 13 de março e 20 de março de 2020. Realizou-se a segunda aplicação aos 7 dias após a primeira aplicação de amônio-glufosinato a 0,4 kg i.a ha⁻¹, combinado com os herbicidas de glyphosate. (Tabela 3)

Tabela 3: Herbicidas e adjuvantes testados para o controle de trapoeraba, poaia-branca e buva.

Produto comercial (p.c.)	Ingrediente ativo (i.a)	Concentração equivalente ácido (*) ou ingrediente ativo (**) (g/L ou g/Kg)	Formulação	Fabricante
Glizmax	glyphosate	480 (*)	SL)	Dow AgroSciences Industrial Ltda.
Nufosate WG	glyphosate	720 (*)	WG	Nufarm Indústria Química e Farmacêutica S.A.
Roundup Original	glyphosate	360 (*)	SL	Monsanto do Brasil Ltda.
Roundup WG	glyphosate	720 (*)	WG	Monsanto do Brasil Ltda.
Zapp QI	glyphosate	500 (*)	SL	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.
Finale	amônio-glufosinato	200 (**)	SL	BASF S.A.
DMA 806 BR	2,4-D	670 (*)	SL	Dow AgroSciences Industrial Ltda.
Flumyzin	flumioxazin	500 (**)	WP	Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda.
Aureo	óleo vegetal	720 (*)	EC	Bayer S.A.
Assist	óleo mineral	756 (*)	EC	BASF S.A.

Fonte: Agrofit, 2020.

Tabela 4: Herbicidas testados para o controle de trapoeraba, poaia-branca e buva.

Produtos comerciais (p.c)		Dose p.c. (Kg ou L ha⁻¹)	Dose e.a. ou i.a. (kg ha⁻¹)
1ª aplicação (13/3/2020)	2ª aplicação (20/3/2020)		
Glizmax	-	2,5	1,2
Nufosate WG	-	1,71	1,2
Roundup Original	-	3,33	1,2
Roundup WG	-	1,71	1,2
Zapp QI	-	2,4	1,2
Finale + Aureo	-	2 0,20%	0,4
Glizmax + Finale + Aureo	-	2,5 2 0,20%	1,2 0,4
Nufosate WG + Finale + Aureo	-	1,71 2 0,20%	1,2 0,4
Roudup Original + Finale + Aureo	-	3,33 2 0,20%	1,2 0,4
Roundup WG + Finale + Aureo	-	1,71 2 0,20%	1,2 0,4
Zapp QI + Finale + Aureo	-	2,4 2 0,20%	1,2 0,4
Glizmax	Finale Aureo	2,5 2 0,20%	1,2 0,4
Nufosate WG	Finale Aureo	1,71 2 0,20%	1,2 0,4
Roudup Original	Finale Aureo	3,33 2 0,20%	1,2 0,4
Roudup WG	Finale Aureo	1,71 2 0,20%	1,2 0,4
Zapp QI	Finale Aureo	2,4 2 0,20%	1,2 0,4
DMA 806 BR + Zapp QI	-	1,5 2,4	1 1,2
Flumyzin + Zapp QI + Assist	-	0,1 2,4 0,50%	0,05 1,2

4.3 APLICAÇÕES DOS HERBICIDAS

Os herbicidas foram pulverizados nas datas de 13 de março e 20 de março de 2020, com o auxílio do pulverizador costal pressurizado (marca Herbicat), operado na pressão constante de 2,0 kgf cm⁻², munido de barra com quatro pontas TTI 110015, espaçadas de 0,5 m, no volume de calda de 150 L ha⁻¹. Durante as aplicações, foram avaliadas as seguintes condições meteorológicas na área: temperatura do solo e do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e nebulosidade (Tabela 5).

Tabela 5: Datas, horários e condições meteorológicas.

Aplicação	Data	Horário	Temperatura (C°)		Umidade relativa do ar (%)	Velocidade do vento (km h ⁻¹)	Nebulosidade (%)
			Ar	Solo			
Primeira	13/3	08:40 a 09:45	23,3	23,5	88	1,3 – 3,5	60
			25,5	24,5	84	2,3 - 4,8	70
			26,5	25,5	82	2,0 – 4,9	75
Sequencial	20/3	09:30 a 10:00	24,2	23,5	86	2,0 – 4,6	86
			24,8	23,5	83	4,8 – 8,0	

4.4 AVALIAÇÕES

A eficácia dos herbicidas no controle da trapoeraba, poia-branca e buva foi avaliada aos 7, 14, 27 e 42 dias após a primeira aplicação (DAPA), mediante avaliações visuais de controle, usando a escala de notas de 0 a 100%, em que zero representa a ausência de injúrias visuais e 100 a morte das plantas.

4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os valores obtidos foram transformados por meio da fórmula ($y = \arcseno \frac{\sqrt{x+1}}{100}$) e submetidos à análise de variância. Quando os resultados do teste de F foram significativos, as médias foram comparadas por meio do teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, mediante o programa estatístico Genes (CRUZ, 2007).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 BUVA (*Conyza* spp.)

Para o manejo da buva (*Conyza* spp.), não houve diferença significativa entre os produtos comerciais à base de glyphosate aos 7 dias após a primeira avaliação, conforme a Tabela 6. Todavia, os produtos Roundup Original e ZAPP QI parecem ter sido levemente mais eficientes das demais formulações de glyphosate aos 14 e 27 DAPA. Aos 42 DAPA não foi observada diferença significativa entre eles.

Além disso, foi observado na Tabela 6 um controle inicial (7 aos 27 DAPA) mais eficiente por meio do amônio-glufosinato quando comparado aos produtos comerciais à base de glyphosate, mostrando o rápido efeito desse herbicida em relação ao glyphosate. Isso deve-se ao fato de que, na prática de dessecação de plantas daninhas, os herbicidas aplicados são usualmente não seletivos e de ação sistêmica ou de contato (MELHORANÇA, 2002). Assim, tanto o glyphosate como o amônio-glufosinato são muito utilizados como dessecantes, porém vale ressaltar a diferença entre esses dois herbicidas em estudo. De acordo com Yamada et al. (2007), o glyphosate é um herbicida sistêmico, que faz com que os sintomas de intoxicação desenvolvam lentamente e a morte ocorra após vários dias ou semanas (devido à lenta absorção e sua ação nos meristemas). Em contraste, o amônio-glufosinato é um herbicida de contato e, em razão do seu efeito de inibir a glutamina sintetase, provoca o rápido acúmulo nos níveis de amônia intracelular, resultando na inibição da fotossíntese e na morte das células da planta (FLECK et al., 2001), possuindo ação mais rápida do que o glyphosate (SANTOS et al., 2009). Seguindo esse raciocínio, no controle inicial (7 DAPA) das plantas em estudo, foi possível constatar que o produto Finale era mais eficiente em relação aos produtos comerciais de glyphosate em razão da sua rápida ação. Por outro lado, o controle dos produtos comerciais de glyphosate era melhor ao final do experimento (42 DAPA), em virtude de sua ação sistêmica.

Nos períodos 14, 27 e 42 DAPA, o Finale puro apresentou a mesma eficiência das misturas de glyphosate com amônio-glufosinato e das aplicações sequenciais (84% a 91%).

Em relação às misturas de glyphosate com amônio-glufosinato aos 7 DAPA, o controle dessas misturas se mostrou eficiente, acima de 80%, se comparadas às aplicações isoladas dos produtos comerciais à base de glyphosate, às aplicações sequenciais e ao 2,4-D + glyphosate. No tocante às aplicações sequenciais, aos 14, 27 e 42 DAPA, a mesma eficiência foi observada em relação às misturas entre o glyphosate e o amônio-glufosinato. No que diz

respeito ao 2,4-D + glyphosate, apresentou melhor eficiência a partir do 27 DAPA, e Flumioxazin + glyphosate somente aos 42 DAPA.

Nota-se que ao final do experimento (42 DAPA), os produtos comerciais à base de glyphosate, o Finale puro, as misturas de glyphosate com amônio-glufosinato, as aplicações sequenciais e as misturas 2,4-D + glyphosate e Flumioxazin + glyphosate, apresentaram a mesma eficiência para o controle da buva. Por fim, níveis de controle acima de 80% foram observados nos tratamentos com aplicações do amônio-glufosinato puro (7 a 42 DAPA), das misturas de glyphosate e amônio-glufosinato (7 A 42 DAPA) e das aplicações sequenciais (14 27 e 42 DAPA). (Tabela 6)

Tabela 6: Controle (%) de buva (*Conyza* spp.) aos 7, 14, e 42 dias após a primeira aplicação (DAPA) de diferentes herbicidas aplicados em uma vez ou de forma sequencial, 7 dias após a primeira aplicação.

Herbicida		Controle (%) – DAPA			
1ª aplicação (13/3/2020)	2ª aplicação (20/3/2020)	7	14	27	42
Glizmax	-	16 b ⁽¹⁾	10 d	15 c	64 a
Nufosate WG	-	17 b	10 d	15 c	63 a
Roundup Original	-	17 b	13 c	27 b	73 a
Roundup WG	-	17 b	10 d	15 c	74 a
Zapp QI	-	16 b	13 c	31 b	47 a
Finale ⁽²⁾	-	83 a	87 a	91 a	84 a
Glizmax + Finale ⁽²⁾	-	86 a	86 a	86 a	80 a
Nufosate WG + Finale ⁽²⁾	-	82 a	83 a	68 a	52 a
Roudup Original Finale ⁽²⁾	-	82 a	90 a	87 a	90 a
Roundup WG + Finale ⁽²⁾	-	82 a	88 a	86 a	82 a
Zapp QI + Finale ⁽²⁾	-	86 a	92 a	75 a	70 a
Glizmax	Finale ⁽²⁾	18 b	81 a	90 a	86 a
Nufosate WG	Finale ⁽²⁾	17 b	83 a	88 a	86 a
Roudup Original	Finale ⁽²⁾	16 b	84 a	90 a	86 a
Roudup WG	Finale ⁽²⁾	15 b	81 a	88 a	83 a
Zapp QI	Finale ⁽²⁾	16 b	83 a	89 a	84 a
DMA 806 BR+ Zapp QI	-	22 b	55 b	58 a	67 a
Flumyzin + Zapp QI ⁽³⁾	-	15 b	13 c	22 b	68 a
Testemunha sem herbicida ⁽⁴⁾					
CV (%)		5,48	4,98	14,62	16,38

⁽¹⁾ As médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

⁽²⁾ Adição de óleo vegetal a calda. ⁽³⁾ Adição de óleo mineral a calda. ⁽⁴⁾ A testemunha sem herbicida não foi incluída na análise estatística, com função apenas de comparar os tratamentos de herbicida e estipular as notas de controle.

5.2 TRAPOERABA (*Commelina Benghalensis*)

Para o controle da *Commelina benghalensis*, não foram observadas na tabela 7 diferenças significativas entre os produtos comerciais à base de glyphosate os quais, ao final do experimento (42 DAPA), se mostraram mais eficientes quando comparados ao Finale puro e às misturas de glyphosate com amônio-glufosinato, porém se mostraram menos eficientes do que as aplicações sequenciais e a mistura de 2,4-D + glyphosate .

Além disso, de forma semelhante ao ocorrido com a buva, o controle inicial (7 DAPA) de trapoeraba foi mais eficiente mediante a aplicação do Finale puro, se comparado com as formulações de glyphosate. Todavia, as plantas de trapoeraba se recuperaram após 14 DAPA, e o controle final (42 DAPA) dessa espécie com o amônio-glufosinato puro foi baixo.

O controle inicial (7 DAPA) das misturas de glyphosate com amônio-glufosinato foi mais eficiente em relação aos produtos comerciais à base de glyphosate, ao Finale puro, às aplicações sequenciais e às misturas 2,4-D + glyphosate e Flumioxazin + glyphosate. No entanto, vale ressaltar que o controle final (42 DAPA) dessas misturas foi menor do que as aplicações sequenciais, as misturas 2,4-D + glyphosate e Flumioxazin + glyphosate e as formulações de glyphosate, indicando um possível efeito antagônico, resultante da interação entre os herbicidas de amônio-glufosinato e o glyphosate. Apesar de Brunharoo et al. (2014) relatarem a possibilidade de associar o herbicida de amônio-glufosinato com o produto de glyphosate – para fins de maior eficiência no controle das plantas com tolerância ou resistência ao produto glyphosate –, é possível confirmar que existiu antagonismo entre os herbicidas glyphosate e amônio-glufosinato, observado no controle das espécies de trapoeraba e poaia-branca (Tabela 8), o que poderia ter afetado no manejo de controle das plantas daninhas. Isso corrobora as ideias de autores como Kudsk e Mathiassen (2004), que relataram que o efeito antagônico é resultado de uma incompatibilidade biológica entre esses produtos, ou seja, o amônio-glufosinato – herbicida de contato e de ação mais rápida – restringiria a captação e a translocação do glyphosate, produto sistêmico e de ação mais lenta, impedindo a atividade do último. Bethke et al. (2013) explicam que o amônio-glufosinato destrói o aparelho fotossintético da planta e, por isso, reduziria a translocação do glyphosate.

No que tange às aplicações sequenciais entre glyphosate e amônio-glufosinato, aos 14 e 27 DAPA apresentaram a mesma eficiência de controle quanto às misturas de glyphosate com amônio-glufosinato e, aos 42 DAPA, o nível de controle foi superior em relação às misturas de glyphosate com amônio-glufosinato, variando de 78% a 88%.

A respeito do 2,4-D + glyphosate e Flumioxazin + glyphosate, observou-se o controle inicial mais eficiente (7 DAPA) em relação às aplicações sequenciais e aos produtos comerciais à base de glyphosate (Tabela 7). Ao final do experimento (42 DAPA), o controle foi mais eficiente quando consideradas as misturas de glyphosate com amônio-glufosinato.

Em suma, foram observados valores acima de 80% no controle dessas plantas daninhas nas situações das aplicações sequenciais (14, 27 e 42 DAPA) e com o 2,4-D + glyphosate (27 e 42 DAPA). (Tabela 7)

Tabela 7: Controle (%) de trapoeraba aos 7, 14, 27 e 42 dias após a primeira aplicação (DAPA) de diferentes herbicidas aplicados em uma vez ou de forma sequencial, 7 dias após a primeira aplicação.

Herbicida		Controle (%) – DAPA			
1ª aplicação (13/3/2020)	2ª aplicação (20/3/2020)	7	14	27	42
Glizmax	-	27 c ⁽¹⁾	36 b	68 a	60 b
Nufosate WG	-	18 c	23 b	68 a	56 b
Roundup Original	-	26 c	38 b	81 a	69 b
Roundup WG	-	25 c	33 b	75 a	68 b
Zapp QI	-	26 c	48 b	89 a	83 a
Finale ⁽²⁾	-	74 a	50 b	32 b	17 d
Glizmax + Finale ⁽²⁾	-	76 a	63 a	76 a	47 c
Nufosate WG + Finale ⁽²⁾	-	76 a	77 a	89 a	37 c
Roudup Original Finale ⁽²⁾	-	67 a	61 a	68 a	32 c
Roundup WG + Finale ⁽²⁾	-	78 a	75 a	88 a	37 c
Zapp QI + Finale ⁽²⁾	-	74 a	60 a	73 a	40 c
Glizmax	Finale ⁽²⁾	21 c	78 a	90 a	78 a
Nufosate WG	Finale ⁽²⁾	25 c	86 a	90 a	87 a
Roudup Original	Finale ⁽²⁾	20 c	85 a	92 a	88 a
Roudup WG	Finale ⁽²⁾	20 c	73 a	89 a	85 a
Zapp QI	Finale ⁽²⁾	23 c	78 a	90 a	76 a
DMA 806 BR+ Zapp QI	-	53 b	52 b	84 a	86 a
Flumyzin + Zapp QI ⁽³⁾	-	62 b	57 a	73 a	72 b
Testemunha sem herbicida ⁽⁴⁾					
CV (%)		11,26	16,65	10,51	12,02

⁽¹⁾ As médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

⁽²⁾ Adição de óleo vegetal a calda. ⁽³⁾ Adição de óleo mineral a calda. ⁽⁴⁾ A testemunha sem herbicida não foi incluída na análise estatística, com função apenas de comparar os tratamentos de herbicida e estipular as notas de controle.

5.3 POAIA-BRANCA (*Richardia Brasiliensis*)

Para o manejo da poaia-branca, os produtos comerciais à base de glyphosate, não diferiram entre si na Tabela 8. Inicialmente (7 DAPA) apresentaram eficiência equivalente (18% a 21%) das aplicações sequenciais. Aos 14 e 27 DAPA, não apresentaram diferença significativa entre as misturas dos herbicidas de glyphosate e amônio-glufosinato. Já ao final do experimento, as formulações de glyphosate se mostraram mais eficientes em relação ao Finale e às misturas dos herbicidas de glyphosate e amônio-glufosinato. Isso mostra que a ação sistêmica do glyphosate é mais lenta e, conseqüentemente, os sintomas nas plantas daninhas demoram a aparecer.

Quanto ao Finale puro, o controle inicial (7 DAPA) foi mais eficiente se comparado às aplicações isoladas dos produtos à base de glyphosate (Tabela 8). Entretanto, aos 14 DAPA a poaia-branca se recuperou, sendo praticamente nulo o controle da poaia-branca aos 42 DAPA.

No que diz respeito às misturas de glyphosate com amônio-glufosinato, inicialmente (7 DAPA) apresentaram a mesma eficiência em relação ao produto Finale e às misturas 2,4-D + glyphosate e Flumioxazin + glyphosate (35% a 52%), sendo mais eficientes do que as formulações de glyphosate e as aplicações sequenciais. No entanto, a poaia-branca se recuperou aos 14 e 27 DAPA, fazendo com que aos 42 DAPA o controle variasse de 0% a 7%. Isso se explica também pelo provável efeito antagônico.

No que concerne às aplicações sequenciais, aos 14, 27 e 42 DAPA, o controle foi mais eficiente se relacionadas às misturas de glyphosate com amônio-glufosinato. De acordo com a Tabela 8, foram observados níveis de controle acima de 60% para a poaia-branca, aos 14 e 27 DAPA.

Quanto às misturas 2,4-D + glyphosate e Flumioxazin + glyphosate não diferiram entre si. Aos 7 DAPA, foram mais eficientes do que os produtos comerciais de glyphosate e as aplicações sequenciais, apresentando eficiências semelhantes aos 27 e 42 DAPA em relação às aplicações sequenciais.

Outro ponto que vale ser destacado é que Oliveira Junior et al. (2011) discutem sobre certas plantas daninhas possuem resistência e tolerância à herbicidas. Como uma das formas de evitar esse problema, a Embrapa Trigo (2006) sugere a realização de aplicações sequenciais de herbicidas com diferentes mecanismos de ação. Sabe-se que as plantas estudadas (*Conyza* spp., *Commelina benghalensis* e *Richardia brasiliensis*) são resistentes ou tolerantes ao glyphosate. Portanto, o amônio-glufosinato vem sendo empregado como um

herbicida complementar ao glyphosate em casos de resistência ou da tolerância, como concluído pelos autores Nicolai et al. (2013) citados por Brunharoo et al. (2014), que pesquisaram a combinação do glyphosate e do amônio-glufosinato. Logo, no presente estudo pode-se verificar que, a partir do 14 DAPA, o produto Finale aplicado sequencialmente nas plantas de buva e trapoeraba (Tabelas 6 e 7) conseguiu resultar em um controle adequado para essas espécies (acima de 80%). Todavia, cabe ressaltar que para a poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), mesmo utilizando diferentes estratégias para controlá-la, como propõe Diesel (2016), essa planta daninha não foi controlada. Essa deficiência pode estar atrelada ao fato de que o herbicida glyphosate apresenta dificuldades em penetrar na planta, em razão das camadas cerosas das folhas, como relatam Roman et al. (2006).

Por fim, pode-se perceber que o nível de controle para a poaia-branca foi baixo em todos os tratamentos com os herbicidas testados, com valores inferiores a 50%. (Tabela 8)

Tabela 8: Controle (%) de poaia-branca aos 7, 14, 27 e 42 dias após a primeira aplicação (DAPA) de diferentes herbicidas aplicados em uma vez ou de forma sequencial, 7 dias após a primeira aplicação.

Herbicida		Controle (%) – DAPA			
1ª aplicação (13/3/2020)	2ª aplicação (20/3/2020)	7	14	27	42
Glizmax	-	21 b ⁽¹⁾	23 b	27 b	30 a
Nufosate WG	-	20 b	20 b	27 b	22 a
Roundup Original	-	18 b	23 b	27 b	30 a
Roundup WG	-	22 b	23 b	38 a	32 a
Zapp QI	-	20 b	42 a	45 a	47 a
Finale ⁽²⁾	-	52 a	16 b	7 b	0 c
Glizmax + Finale ⁽²⁾	-	45 a	26 b	25 b	0 c
Nufosate WG + Finale ⁽²⁾	-	43 a	18 b	27 b	7 b
Roudup Original Finale ⁽²⁾	-	35 a	17 b	25 b	0 c
Roundup WG + Finale ⁽²⁾	-	48 a	25 b	21 b	5 c
Zapp QI + Finale ⁽²⁾	-	43 a	17 b	30 b	12 b
Glizmax	Finale ⁽²⁾	18 b	40 a	45 a	15 b
Nufosate WG	Finale ⁽²⁾	27 b	55 a	50 a	27 a
Roudup Original	Finale ⁽²⁾	23 b	66 a	61 a	40 a
Roudup WG	Finale ⁽²⁾	23 b	42 a	35 a	22 a
Zapp QI	Finale ⁽²⁾	28 b	47 a	30 b	18 a
DMA 806 BR+ Zapp QI	-	41 a	35 b	38 a	30 a
Flumyzin + Zapp QI ⁽³⁾	-	42 a	28 b	65 a	37 a
Testemunha sem herbicida ⁽⁴⁾					
CV (%)		19,62	22,39	24,77	31,32

⁽¹⁾ As médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

⁽²⁾ Adição de óleo vegetal a calda. ⁽³⁾ Adição de óleo mineral a calda. ⁽⁴⁾ A testemunha sem herbicida não foi incluída na análise estatística, com função apenas de comparar os tratamentos de herbicida e estipular as notas de controle.

Por último, diante das formulações de glyphosate testadas no presente experimento de forma isolada, em mistura ou sequencial com o produto Finale, cabe apontar recomendações para as ervas daninhas estudadas. Quanto à planta buva (*Conyza* spp.), o mais indicado seria o Finale puro, visto que aos 7 DAPA, o amônio-glufosinato já havia apresentado níveis de controle superiores às formulações à base de glyphosate, permanecendo eficiente até o final do experimento. Isso faz dispensar tanto o uso de misturas como de aplicações sequenciais, o que ajudaria a reduzir custos em relação à aplicação de herbicidas e diminuir o tempo de aplicação para o produtor rural. Para a espécie trapoeraba (*Commelina benghalensis*), é sugerido adotar a estratégia da aplicação sequencial, uma vez que foi possível observar níveis adequados para o manejo dessa planta daninha a partir do 14 DAPA (acima de 80%). Para a poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), os níveis de controle foram baixos, o que reforça a busca por estratégias alternativas para o manejo dessa planta.

6. CONCLUSÕES

A planta buva (*Conyza* spp.) é controlada por meio do amônio-glufosinato puro.

A planta trapoeraba (*Commelina benghalensis*) é controlada por meio de aplicação sequencial entre os herbicidas glyphosate e amônio-glufosinato.

A planta poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) não é controlada pelas aplicações de glyphosate ou do amônio-glufosinato de forma isolada, em mistura ou sequencial.

Há o efeito antagônico resultante da mistura entre os herbicidas de glyphosate com o amônio-glufosinato.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2020. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 18 jun. 2020.
- AMARANTE JUNIOR, Ozelito Possidônio de et al. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química nova**, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.
- ANVISA. **Índice monográfico Glufosinato - sal de amônio**. 2017. Disponível em: <http://www.aenda.org.br/wp-content/uploads/2020/04/cir0167-anexo-res-109_glufosinato.pdf> Acesso em: 17 jun. 2020.
- ARIZA ESPINAR, Luis; NOVARA, Lazaro. *Asteraceae*-Tribu 3. *Astereae*. **Aportes Botánicos de Salta-Serie Flora**, v. 7, n. 12, p. 1-163, 2005.
- BETHKE, Rachel K. et al. Evaluation of the interaction between glyphosate and glufosinate. **Weed Science**, v. 61, n. 1, p. 41-47, 2013.
- BLANCO. **Trapoeraba – Uma planta daninha de difícil controle**. 2010. Disponível em: <<http://www.biologico.sp.gov.br/publicacoes/comunicados-documentos-tecnicos/comunicados-tecnicos/trapoeraba-%e2%80%93-uma-planta-daninha-de-dificil-controle>>. Acesso em: 07 jun. 2020.
- BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção ea fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 1989.
- ROMAN, E. S. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Berthier, 2007.
- BRITO, Ivana Paula Ferraz Santos de. **Sensibilidade de indivíduos e progênes de *bidens pilosa* e *conyza sumatrensis* ao amônio glufosinate**. 2016. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista.
- BRUNHARO, Caio Augusto De Castro Grossi; CHRISTOFFOLETI, Pedro Jacob; NICOLAI, Marcelo. Aspectos do mecanismo de ação do amônio glufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 2, p. 163-177, 2014.
- CARVALHO, Leonardo Bianco de. **Plantas daninhas**. Lages, Santa Catarina, v. 1, p. 82, 2013.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Glyphosate sustainability in South America cropping systems. **Pest Management Science**, v. 64, p. 422-427, 2008.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: termos e definições importantes. **Aspectos de Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**, p. 11-31, 2016.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 507-515, 2003.

CHUAH, T. S. et al. Antagonism of glufosinate ammonium activity caused by glyphosate in the tank mixtures used for control of goosegrass (*Eleusine indica Gaertn.*). **Plant Protection Quarterly**, v. 23, n. 3, p. 116, 2008.

CONSTANTIN, JAMIL et al. Buva: fundamentos e recomendações para manejo. **Curitiba: Omnipax**, 2013.

CRUZ, Cosme Damião. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

DA SILVA, Keli Souza. **Formulações de herbicidas: o que você precisa saber**. 2019. Disponível em: <<https://weedout.com.br/formulacoes-de-herbicidas-o-que-voce-precisa-saber/#:~:text=Ingrediente%20ativo%2C%20equivalente%20%C3%A1cido%2C%20sal%20de%20isopropilamina%20e%20concentrado%20sol%C3%BAvel>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

D'AMATO, Tatiana Cardoso. **Estudo das formulações de herbicida: interação da superfície das folhas de soja e de daninha com tensoativos presentes em formulações e avaliação da adsorção de glifosato sobre CaCO₃**. 2017. Tese (Doutorado em Química e Bioquímica). Universidade de São Paulo.

DE OLIVEIRA JR, Rubem Silvério; CONSTANTIN, Jamil; INOUE, Miriam Hiroko. Biologia e manejo de plantas daninhas. **Curitiba, Brasil: Omnipax**, 2011. Cap.1, p. 1.

DE SOUZA, Francisco H. Dübbern; ALVES, A. T.; ALVES, E. Trapoeraba: problema para a produção e comercialização de semente de capim. **Embrapa Pecuária Sudeste-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2004.

DELPRETE, P. G. The status of monographic and floristic studies of Neotropical *Rubiaceae*, with emphasis on the Flora of The Guianas. **Flora of The Guianas Newsletter**, v. 12, p. 11-13, 1999.

DIAS, A. C. R.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Fenologia da trapoeraba como indicador para tolerância ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 185-191, 2013.

DIAS, Ana Carolina Ribeiro. **Germinação, competitividade com a cultura da soja e resposta biológica a aplicações de glyphosate para plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis L.*)**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DIESEL, Francielli et al. **Investigação da tolerância de *Borreria latifolia* (Aubl) e *Richardia brasiliensis* (Gomes) a Glyphosate e competitividade com a cultura da soja.** 2016. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

DOS SANTOS, Paulino Ricardo Ribeiro; VICENTE, Dorival. **Momento fisiológico das plantas de trigo para a dessecação e seus efeitos no rendimento de grãos.** 2009.

DOS SANTOS SOUZA, Amanda et al. **Mistura em tanque e interação entre herbicidas,** 2019. Cap. 4, p. 48-49.

ELEVAGRO. **Manejo da dessecação pré-semeadura em soja e milho.** Disponível em: <<https://elevagro.com/blog/post/manejo-da-dessecacao-pre-semeadura-em-soja-e-milho/>>. Acesso em: 21 jun. 2020.

EMPRABA. **Plantas Daninhas.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-plantas-daninhas/sobre-o-tema>> Acesso em: 30 mai. 2020.

ESPINOZA, Waldo; AZEVEDO, Luiz Guimaraes de; JARRETA, M. **O clima da região dos cerrados em relação à agricultura.** Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1982.

FIGUEIREDO, Adda Daniela Lima et al. **Estudo farmacognóstico e avaliação antimicrobiana da parte aérea e raiz de *Richardia brasiliensis* gomez (*RUBIACEAE*).** 2005. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) - Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás.

FLECK, N.G. et al. Ação dos herbicidas atrazine e glufosinate de amônio no aproveitamento de nitrogênio pelas plantas de milho. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.19, n.2, p.235-245, 2001.

FRANZONI, Maiara Maria. **Aspectos do glufosinato de amônio como principal ferramenta de controle no manejo de plantas daninhas na soja.** 2018. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade de São Paulo.

GAZZIERO, D. L. P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, v. 33, n. 1, p. 83-92, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Relatório de comercialização de agrotóxicos no ano de 2019 [online],** 2020. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos/#boletinsanuais>>. Acesso em: 13 jun. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa.** 2020. Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 31 de out. 2020.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas.** Tomo I. 1997. São Paulo: Basf Brasileira S.A., p 824, 1997.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Bernado do Campo: Basf Brasileira S.A., p. 152-156, 278-284.

KISSMANN, KURT G.; GROTH, DORIS; **Plantas infestantes e nocivas**. Tomo II. São Paulo: Basf Brasileira S.A., p. 683, 1995.

KOZLOWSKI, Luiz Alberto. Aplicação sequencial de herbicidas de manejo na implantação da cultura do feijoeiro-comum em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 2, n. 1-2, p. 49-56, 2001.

KUDSK, Per; MATHIASSEN, Solvejg K. Joint action of amino acid biosynthesis-inhibiting herbicides. **Weed Research**, v. 44, n. 4, p. 313-322, 2004.

LORENZI, H. **Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas – Plantio Direto e Convencional**. 7. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. P. 136-137.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. Ed. Plantarum LTDA. 2ª. ed., p. 370, 1991.

MELHORANÇA FILHO, André Luiz et al. Efeito de glyphosate sobre características produtivas em cultivares de soja transgênica e convencional. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 3, 2010.

MELHORANÇA, A. L. Tecnologia de dessecação de plantas daninhas no sistema plantio direto. **Embrapa Agropecuária Oeste-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2002.

MELO, M.S.C. et al. Alternativas de controle químico de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.2, p.195-203, 2012.

MEYER, C. J. et al. Overcoming Antagonism in Tank-mixtures of Glufosinate+ Glyphosate and Glufosinate+ Clethodim on Grasses. **Soybean Research Studies 2016**, p. 76, 2018.

MORAES, P. V. D.; ROSSI, P. Comportamento ambiental do glifosato. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, n. 3, 2010.

MOREIRA, M.S. et al. Herbicidas alternativos para controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* resistentes ao glyphosate. **Planta Daninha**, v.28, n.1, p.167-175, 2010.

NORSWORTHY, Jason K. et al. Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. **Weed Science**, v. 60, n. SP1, p. 31-62, 2012.

OLIVEIRA JR, R. S. et al. Interação entre sistemas de manejo e de controle de plantas daninhas em pós-emergência afetando o desenvolvimento e a produtividade da soja. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 721-732, 2006.

OLIVELLA, Julia et al. Aspectos botânicos, ecofisiológicos e diferenciação de espécies do gênero *Conyza*. **Informe Técnico. CONICET**, 2015.

PARRORI, Lucilia Maria; SOUSA-SJLVA, José Carlos; DE CAMARGO, Amabflío José Aires. **Reservas ecológicas da Embrapa Cerrados: caracterização e zoneamento**. 1998. p. 21.

PENCKOWSKI, L. H.; ROCHA, D. C. Guia ilustrado de identificação e controle de espécies de trapoerabas. **Castro: Fundação ABC**, 2006.

REGEHR, D. L.; BAZZAZ, F. A. The population dynamics of *Erigeron canadensis*, a successional winter annual. **The Journal of Ecology**, p. 923-933, 1979.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. Guia de Herbicidas. 6a edição. **Londrina, PR: Edição dos autores**, 2011.

ROMAN, E. S. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Berthier, 2007.

RONCHI, C. P. et al. Misturas de herbicidas para o controle de plantas daninhas do gênero *Commelina*. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 311-318, 2002.

ROSSETO, R. R.; Pitelli, R. L. C. M. & Pitelli, R. A. Estimativa da área foliar de plantas daninhas: poaia-branca. **Revista Planta Daninha**. v. 15. n. 1, p. 25-29, 1997.

SANTOS, I. C. et al. **Caracteres anatômicos de duas espécies de trapoeraba e a eficiência do glyphosate**. 2001.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. **Brasil mantém liderança em venda de defensivos**. 2020. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/brasil-mantem-lideranca-em-venda-de-defensivos/>>. Acesso em: 12 jun. 2020.

SOUZA, Vinicius Castro; LORENZI, Harri. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Instituto Plantarum, 2005.

TEIXEIRA, Denise E.; PAULA, Renata Layse G.; NAPOLITANO, Hamilton B. Legislação e Normatização para o Glifosato no Brasil. **Revista Processos Químicos**, v. 13, n. 25, p. 105-116, 2019.

THÉBAUD, Christophe; ABBOTT, Richard J. Characterization of invasive *Conyza* species (*Asteraceae*) in Europe: quantitative trait and isozyme analysis. **American Journal of Botany**, v. 82, n. 3, p. 360-368, 1995.

TOZZI, E.; VAN ACKER, R. C. Effects of seedling emergence timing on the population dynamics of horseweed (*Conyza canadensis* var. *canadensis*). **Weed science**, p. 451-456, 2014

VARGAS, Leandro; ROMAN, Erivelton Scherer. **Identificação e manejo de plantas daninhas resistentes a herbicidas**. Embrapa Trigo, 2006.

WERLANG, R. C. et al. Efeitos da chuva na eficiência de formulações e doses de glyphosate no controle de *Brachiaria decumbens*. **Planta daninha**, v. 21, n. 1, p. 121-130, 2003.

WU, Hanwen et al. Germination, persistence, and emergence of flaxleaf fleabane (*Conyza bonariensis* [L.] Cronquist). **Weed biology and Management**, v. 7, n. 3, p. 192-199, 2007.

YAMADA, Tsuioshi; CASTRO, PR de C. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. **Informações Agronômicas**, v. 119, p. 1-32, 2007.