



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

KAREN CAROLINE DE OLIVEIRA DE GRANDE

**INTENSIDADE E MOMENTO DE OCORRÊNCIA DE CHUVAS APÓS
APLICAÇÃO DE HERBICIDAS**

BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2023

KAREN CAROLINE DE OLIVEIRA DE GRANDE

**INTENSIDADE E MOMENTO DE OCORRÊNCIA DE CHUVAS APÓS
APLICAÇÃO DE HERBICIDAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado
em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte
do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo

BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2023

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

di de Oliveira De Grande, Karen Caroline
INTENSIDADE E OCORRÊNCIA DE CHUVAS APÓS APLICAÇÃO
DE HERBICIDAS / Karen Caroline de Oliveira De
Grande; orientador Marco Antonio Gandolfo -
Bandeirantes, 2023.
50 p. :il.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Agronomia) -
Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, 2023.

1. Tecnologia de aplicação. 2. Perdas por chuvas.
3. Controle de plantas daninhas. I. Gandolfo, Marco
Antonio, orient. II. Título.

KAREN CAROLINE DE OLIVEIRA DE GRANDE

**INTENSIDADE E MOMENTO DE OCORRÊNCIA DE CHUVAS
APÓS APLICAÇÃO DE HERBICIDAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado
em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte
do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Aprovada em: 29/04/2023

COMISSÃO EXAMINADORA

Dr. Ulisses Delvaz Gandolfo

Prof. Dr. Valdir Lopes



Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo

Orientador

Universidade Estadual do Norte do Paraná,
Campus Luiz Meneghel

AGRADECIMENTOS

Toda honra e toda glória à meu amado Pai, Deus o todo poderoso, ao meu grande amigo, Senhor Jesus e ao amado e eterno Espírito Santo, todos os dias eu agradeço imensamente por sempre estarem comigo, me amando, me abençoando, me protegendo e me capacitando em todos os dias da minha vida. Eu amo vocês para todo o sempre até o céu!

Agradeço a minha mãe Vera Lucia de Oliveira e aos meus avós maternos, Irene Xavier de Oliveira e Geova Premicio de Oliveira, por todo amor, exemplos de vida, trabalho, humildade e por nunca medirem esforços para a realização dos meus sonhos. Grata a Deus por tudo e por ter vocês na minha vida! Amo vocês muito.

Agradeço ao meu esposo João Victor Campos, por sempre me apoiar nas minhas decisões, por toda paciência, companheirismo, todo amor e carinho ao longo desses anos. Sou imensamente grata a Deus por ter você em minha vida! Eu amo você muito meu amor.

A minha sogra Marta Coelho Campos, meu sogro Atila Robson Campos, minhas cunhadas Mayara Ellena Campos, Mylena Ellen Campos, meu cunhado José Eduardo Campos e meus sobrinhos Davi Campos Bruzarrosco e Sarah Campos Bruzarrosco, obrigada por sempre se fazerem presentes, me incentivando e auxiliando durante todo o processo, vocês são a minha segunda família! Amo vocês.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo, por toda a oportunidade, pela paciência e amizade, por todos os ensinamentos, e além de tudo por toda a sua generosidade e humanidade com todos. Toda gratidão e amizade.

Ao Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira, por toda oportunidade, amizade ao longo do tempo, pela paciência, pela orientação no laboratório NITEC/CLM, pelos ensinamentos que sempre buscou transmitir com muita dedicação e pela força que sempre me deu para conseguir alcançar meu objetivo. Agradeço a amizade estabelecida, que com certeza levarei para o resto da vida.

Gostaria de expressar minha gratidão a todos os professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia, pelos valiosos conhecimentos que me foram transmitidos durante minha trajetória acadêmica.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que me acompanharam durante minha jornada no laboratório NITEC, tanto durante minha graduação quanto no

mestrado. Não há palavras suficientes para agradecer toda a equipe do NITEC por seu apoio incondicional e ajuda ao longo de todo o processo. Sem a ajuda de vocês, nada do que conquistei teria sido possível.

A coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado.

“Sejam fortes e corajosos! Não fiquem desanimados e não tenham medo, porque eu, o Senhor, seu Deus, estarei com você em qualquer lugar para onde você for!”.

Josué 1:9

GRANDE, K.C.O. **Intensidade e momento de ocorrência de chuvas após aplicação de herbicidas.** 2023. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes/PR*, 2023.

RESUMO

A presença de plantas daninhas nas áreas agrícolas é um dos principais desafios enfrentados pelos agricultores durante o cultivo de suas plantações. Para controlar essas plantas daninhas, os herbicidas são amplamente empregados como principal ferramenta de controle. No entanto, fatores ambientais, como chuvas que ocorrem após a aplicação dos herbicidas, podem comprometer significativamente a eficácia desses produtos no controle das espécies de plantas daninhas (*Digitaria insularis* L., *Cenchrus echinatus*, *Eleusine indica* L., *Urochloa brizantha* S.). Este estudo teve como objetivo avaliar o nível de controle de plantas daninhas com aplicações de herbicidas com duas intensidades de precipitação em dois momentos de ocorrência. Para isso, foi conduzido o experimento, com o herbicida cletodim associado ao glyphosate. Após aplicação, as plantas foram submetidas a precipitação simulada de 10 mm com duas intensidades (5 minutos e 30 minutos) e dois momentos (precipitação imediata e 1 hora após aplicação), além de duas testemunhas (sem aplicação dos herbicidas e com aplicação dos herbicidas). O experimento foi realizado em laboratório, onde foram avaliados os parâmetros do potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica e tensão superficial e biomassa fresca e seca. O controle foi determinado através da escala de ALAM (1974) associado com a equação determinada por BRANKOV et al., (2023). A eficiência de controle da calda dos herbicidas Glyphosate + Cletodim são dependentes da intensidade e do momento de ocorrência da precipitação após a aplicação, espécie de planta que se encontra no local e estágio de desenvolvimento das espécies. É necessário um período acima de 1 hora sem ocorrência de precipitação após a aplicação, para que a calda dos herbicidas Glyphosate + Cletodim não apresentem redução no controle das espécies de plantas.

Palavras-chaves: Tecnologia de aplicação, perdas por chuvas, controle de plantas daninhas.

GRANDE, K.C.O. **Intensity and moment of rainfall after herbicides application.** 2023. Master's Dissertation in Agronomy – State University of Northern Paraná, Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes/PR, 2023.

ABSTRACT

The presence of weeds in agricultural areas is one of the main challenges faced by farmers during the cultivation of their crops. To control these weeds, herbicides are widely used as the main control tool. However, environmental factors, such as rainfall that occurs after herbicide application, can significantly compromise the effectiveness of these products in controlling weed species (*Digitaria insularis* L., *Cenchrus echinatus*, *Eleusine indica* L., *Urochloa brizantha* S.). This study aimed to evaluate the level of weed control with herbicide applications with two precipitation intensities at two times of occurrence. For this, the experiment was conducted with clethodim herbicide associated with glyphosate. After application, the plants were subjected to simulated precipitation of 10 mm at two intensities (5 minutes and 30 minutes) and two moments (immediate precipitation and 1 hour after application), in addition to two controls (without application of herbicides and with application of herbicides). The experiment was carried out in the laboratory, where the parameters of hydrogen potential (pH), electrical conductivity and surface tension and fresh and dry biomass were evaluated. Control was determined using the ALAM scale (1974) associated with the equation determined by BRANKOV et al., (2023). The control efficiency of the Glyphosate + Clethodim herbicide spray depends on the intensity and time of precipitation after application, the plant species found at the site and the species' development stage. A period of more than 1 hour is necessary without the occurrence of precipitation after application, so that the Glyphosate + Clethodim herbicide mixture does not present a reduction in the control of plant species.

Key-words: Application technology, rain losses, weed control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estádio de desenvolvimento da espécie <i>Digitaria insularis</i> L. no momento da aplicação dos herbicidas e da precipitação. Foto: GRANDE, K.C.O.....	24
Figura 2 – Estádio de desenvolvimento da espécie <i>Cenchrus echinatus</i> no momento da aplicação dos herbicidas e da precipitação. Foto: GRANDE, K.C.O.....	25
Figura 3 – Estádio de desenvolvimento da espécie <i>Eleusine indica</i> L. no momento da aplicação dos herbicidas e da precipitação. Foto: GRANDE, K.C.O.....	25
Figura 4 – Estádio de desenvolvimento da espécie <i>Urochloa brizantha</i> S. no momento da aplicação dos herbicidas e da precipitação. Foto: GRANDE, K.C.O.....	25
Figura 5 – Anel de vedação, filtro de malha 50 e ponta de pulverização AIXR 11002 utilizado para aplicação da calda. Foto: GRANDE, K.C.O.....	26
Figura 6 – Balança de precisão (0,001 g) (1) e bomba de infusão modelo Samtronic ST7000 com fluxo de 6 mL h ⁻¹ (2), utilizada para a determinação da tensão superficial. Foto: GRANDE, K.C.O.....	27
Figura 7 – Anel de vedação, filtro de malha 50 e ponta de pulverização do modelo AIXR 11004, utilizado para precipitação imediata e 60 minutos após aplicação, com intensidade de 5 minutos. Foto: GRANDE, K.C.O.	29
Figura 8 – Anel de vedação, filtro de malha 30 e ponta defletora do modelo floodjet inox TK-SS, utilizada para precipitação imediata e de 60 minutos após aplicação dos herbicidas nas intensidade de 5 minutos e 30 minutos. Foto: GRANDE, K.C.O.....	30
Figura 9 – Recipientes coletores dispostos na pista para a coleta da precipitação. Foto: GRANDE, K.C.O.	30
Figura 10 – Pesagem em balança de precisão (0,001 g) do volume de água coletado dos recipientes coletores. Foto: NITEC/UENP, Bandeirantes/PR.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Calda de herbicidas utilizado no controle das espécies de plantas daninhas após a ocorrência da precipitação.	24
Tabela 2 – Estádio de desenvolvimento das espécies de plantas daninhas.	24
Tabela 3 – Condições meteorológicas da espécie <i>Digitaria insularis</i> L. (Capim-amargoso) na aplicação da calda dos herbicidas.	32
Tabela 4 – Condições meteorológicas da espécie <i>Digitaria insularis</i> L. (Capim-amargoso) na simulação de precipitação após aplicação dos herbicidas.	32
Tabela 5 – Condições meteorológicas da espécie <i>Cenchrus echinatus</i> (Capim-carrapicho) na aplicação da calda dos herbicidas.	32
Tabela 6 – Condições meteorológicas da espécie <i>Cenchrus echinatus</i> (Capim-carrapicho) na simulação de precipitação após aplicação dos herbicidas.	32
Tabela 7 – Condições meteorológicas das espécies <i>Eleusine indica</i> L. (Capim-pé-de-galinha) na aplicação da calda dos herbicidas.	33
Tabela 8 – Condições meteorológicas da espécie <i>Eleusine indica</i> L. (Capim-pé-de-galinha) na simulação de precipitação após aplicação dos herbicidas.	33
Tabela 9 – Condições meteorológicas das espécies <i>Urochloa brizantha</i> S. (Capim-braquiária) na aplicação da calda dos herbicidas.	33
Tabela 10 – Condições meteorológicas da espécie <i>Urochloa brizantha</i> S. (Capim-braquiária) na simulação de precipitação após aplicação dos herbicidas.	34
Tabela 11 – Escala de avaliação visual da eficiência de controle das plantas daninhas através dos herbicidas, desenvolvida pela ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas), com as respectivas notas de porcentagens de controle.	35
Tabela 12 – Propriedades físico-químicas da calda de pulverização.	37
Tabela 13 – Controle das espécies de folhas de estreitas em função da intensidade e do momento de precipitação após à aplicação. Bandeirantes/PR.	41

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	Característica das Plantas Daninhas	13
2.1.1	<i>Digitaria insularis</i> L. (Capim-amargoso).....	14
2.1.2	<i>Cenchrus echinatus</i> (Capim-carrapicho).....	15
2.1.3	<i>Eleusine indica</i> L. (Capim-pé-de-galinha)	16
2.1.4	<i>Urochloa brizantha</i> S. (Capim-baquiária).....	17
2.2	Herbicidas.....	18
2.2.1	Glyphosate.....	19
2.2.2	Cletodim	20
2.3	Tecnologia de aplicação	21
2.4	<i>Rainfastness</i>	21
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1	Localização do presente estudo	23
3.2	Caracterização do experimento	23
3.3	Características da calda e condição operacional das aplicações.....	23
3.4	Avaliação das propriedades físico-químicas da calda dos herbicidas	26
3.4.1	Determinação do potencial hidrogeniônico (pH) e da condutividade elétrica	26
3.4.2	Tensão superficial.....	27
3.5	Simulação da precipitação	27
3.6	Experimento	31
3.7	Determinação da biomassa fresca e seca.....	34
3.8	Análise estatística	36
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	Propriedades físico-químicas da calda de pulverização	37
4.2	Controle das espécies de plantas daninhas	38
5.	CONCLUSÃO.....	42
6.	REFERÊNCIAS	43

1. INTRODUÇÃO

As plantas daninhas são toda e qualquer planta que ocorre onde não é desejada (SHAW, 1956), e apresentam uma grande competitividade em relação a disputa por meios de recursos relacionados ao meio ambiente, como a água, nutrientes, luz e espaço físico, conseqüentemente, ocasionando uma intensa competição sob as áreas cultivadas (PITELLI, 1981). Podem ser separadas em dois grandes grupos: 1) plantas daninhas de “folhas largas” e 2) plantas daninhas de “folhas estreitas” (SCHULTZ, 1968).

Para um eficiente controle das plantas daninhas, é recomendável a utilização de herbicidas, definido como qualquer produto químico que controle grandemente o desenvolvimento de uma planta (LORENZI, 2014). Geralmente, os herbicidas impedem a ação de uma enzima ou proteína na célula, conseqüentemente liberando uma quantidade de fenômenos que eliminam ou impedem o processo da célula e do organismo (VIDAL, 1997). Existem diversos tipos de herbicidas, por exemplo, o glyphosate, pós-emergente com ação sistêmica e não-seletivo (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005; TIMOSSI, DURIGAN & LEITE, 2006); os inibidores de Acetil-CoA carboxilase que possuem ação sistêmica e são graminicidas (CARVALHO, 2013) e glufosinato-sal de amônio, responsável pela inibição da enzima glutamina sintetase (SENSEMAN, 2007).

No caso dos herbicidas uma das propriedades que o torna eficaz, é a sua rápida secagem e absorção quando depositados na superfície foliar das plantas, aumentando assim a sua resistência aos efeitos da chuva (THACKER & YOUNG, 1999). Deste modo, a capacidade de resistência a remoção, sobre o volume de chuva, é chamado de *rainfastness* (SYMONDS et al., 2016), sendo que o momento para o início da chuva logo após a aplicação e a intensidade são considerados os fatores de maior influência.

O controle ineficaz de plantas daninhas pode estar relacionado à diminuição do tempo de permanência dos herbicidas nos órgãos de absorção das plantas, ou condições meteorológicas desfavoráveis para a pulverização, como chuvas imediatamente após a aplicação. A chuva durante ou após a aplicação de herbicidas pode prejudicar o controle das plantas daninhas, reduzindo o potencial produtivo da lavoura, além de aumentar a necessidade de reaplicações, o que eleva os custos de produções.

Este estudo tem como objetivo avaliar o nível de controle de plantas daninhas com aplicações de herbicidas com duas intensidades de precipitação em dois momentos de ocorrência.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Característica das Plantas Daninhas

As plantas daninhas acompanham os seres humanos desde sua existência na Terra, embora não venha a ser tratada com esta denominação. Atualmente, sabemos que uma planta daninha é uma planta invasora que cresce em meio a uma cultura de interesse e que apresenta características especiais que permitem sua permanência no ambiente (CARVALHO, 2013).

Dentre suas características, as plantas daninhas podem apresentar maior capacidade entre as plantas cultivadas na absorção de recursos naturais como, água, luz, CO₂ e nutrientes, permanecendo tanto por produzirem maior quantidade de sementes, quanto por agilidade no desenvolvimento. Podem ocorrer a germinação de sementes ao longo do tempo devido ao banco de sementes presente no solo, dessa forma a capacidade de germinação e emergência em profundidades são maiores que as espécies agrícolas, pois possuem rápido crescimento e desenvolvimento inicial se saindo melhor no processo de competitividade (OLIVEIRA JR et al., 2011).

O percentual dos prejuízos e o grau de competição está relacionado com a espécie de planta daninha presente no campo, sua densidade, o cultivar, o período que está competindo com a cultura e as práticas de manejo adotadas (WANDSCHEER et al., 2014; FRANDOLOSO et al., 2019).

Para a diminuição das plantas daninhas são utilizadas algumas medidas de controle, como as medidas culturais, mecânicas, físicas, biológicas e químicas. As medidas químicas que são utilizados produtos químicos, sintéticos, que quando utilizados em concentrações recomendadas atuam nos processos bioquímicos e fisiológico, sendo capaz de controlar ou atrasar o desenvolvimento e crescimento das plantas daninhas (SAUSEN et al., 2020).

Uma das características a ser levada em consideração quanto ao uso do controle químico é o estágio de desenvolvimento das plantas daninhas presentes na área. Apesar do controle químico ser mais rápido e eficiente é caracterizado apenas como mais uma ferramenta de manejo integrado de plantas daninhas, sendo dependente da seleção certa do herbicida e das plantas daninhas presentes no campo. Sendo que para as plantas daninhas em estágio de desenvolvimento avançado, o uso de herbicidas podem não ser tão eficientes quanto ao uso no início, podendo ocasionar complicações no controle,

havendo necessidade de aumentar a dose e aumento da resistência das plantas daninhas (CHRISTOFFOLETI et al., 2005; DORS et al., 2010; TYAGI et al., 2018).

Portanto, a identificação correta da espécie de planta daninha é de grande importância na decisão de qual prática de manejo a ser utilizada. Pois cada espécie pode ter um determinado comportamento biológico, no período em que há maior ocorrência de propagação e de emergência, crescimento e desenvolvimento excessivo, além da capacidade de dano com cada cultura. Além disso, é o conhecimento das plantas daninhas que vai direcionar às práticas de manejo desde o período de pré-plantio até a pós-colheita, além da entressafra (BORGATO, 2018).

2.1.1 *Digitaria insularis* L. (Capim-amargoso)

O gênero *Digitaria* contém aproximadamente 300 espécies de plantas, abrange inúmeras espécies de grande importância em relação a infestação de áreas produtoras de grãos no Brasil, que engloba a maior diversidade de espécies desse Gênero na América, destacando-se a *Digitaria insularis* L. por seu alto potencial de infestação e dificuldade de controle (GAZOLA et al., 2016; TROPALDI et al., 2017).

Essa espécie vem causando grandes prejuízos, pois uma vez que estabelecida na área, apresenta grande dificuldade de controle, conseqüentemente servindo de hospedeiro para outras pragas e doenças, dificultando a colheita e diminuindo a qualidade da semente. Sua adaptação é rápida e permite sobreviver em diferentes condições ambientais, restringindo o desenvolvimento de outras espécies (CHRISTOFFOLETI et al., 2014; SILVEIRA et al., 2018).

A *Digitaria insularis* L. é uma espécie herbácea perene, seu ciclo de vida é longo que se adapta a qualquer condição ambiental no Brasil. Suas sementes são dispersadas pelo vento ao longo do ano, o que aumenta a sua capacidade como planta daninhas e sua infestação nas lavouras (GAZZIERO et al, 2015; GAZOLA et al., 2016).

Com o crescimento inicial lento a *Digitaria insularis* L. pode levar até 45 dias para a sua emergência, após esse período de 45 dias até 105 dias após a emergência, seu crescimento é acelerado, iniciando a formação dos rizomas e entre 63 a 70 dias após a emergência ocorre a produção da inflorescência. No caso dessa espécie o ideal é que o controle seja realizado entre 35 dias após a emergência, pois é nessa época que os rizomas ainda não foram formados (MACHADO et al., 2006).

A formação de touceiras na espécie de planta *Digitaria insularis* L. pode dificultar o seu manejo, já que seus rizomas são uma fonte de disseminação. O uso inadequado e contínuo de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, como o glyphosate, pode selecionar biótipos resistentes na população da planta. Isso aumenta a pressão de seleção e torna necessária a aplicação de herbicidas alternativos para melhorar o controle da espécie. (HEAP, 2020; ESTRELA et al., 2021).

Uma outra opção de grande difusão na atualidade é a utilização do princípio ativo cletodim, sendo um herbicida sistêmico, inibidor da enzima Acetil-CoA carboxilase (ACCase) recomendado para ser utilizado em pós emergente ou controle nas entressafras, pois, possui alta eficiência no controle das plantas daninhas da família poaceae, onde sua utilização tem se apresentado como uma das alternativas com maior eficiência em plantas daninhas resistentes ao glyphosate (GEMELLI et al., 2012; TAKANO et al., 2020).

2.1.2 *Cenchrus echinatus* (Capim-carrapicho)

Conhecido popularmente como capim-carrapicho ou timbete, (*Cenchrus echinatus*) pertence à família Poaceae, é uma planta originária da América tropical e distribuída em quase toda América. No Brasil, sua ocorrência é bastante disseminada, sendo muito comum na Região Sudeste, considerada uma das principais gramíneas infestantes (GIANCOTTI et al., 2011).

É uma planta anual, completando seu ciclo de vida em um ano ou menos, herbácea, da qual as folhas são rijas, de 10-30 cm de comprimento, possui bainhas compridas e normalmente são lisas ou pouco pilosas nas margens cortantes. A inflorescência é de coloração verde-amarelado em forma de cacho, onde se encontram involúculos esverdeados que cobrem as espiguetas espinhentas. Em cada involúcro, possui cerdas rígidas e ásperas o que dá a aparência de coroa a sua inflorescência. Seus frutos são de coloração arroxeada e possui frutos com forma espinhosa e tem a reprodução por sementes (LORENZI, 2014; BAYER, 2019).

É uma espécie infestante em culturas anuais e perenes, sendo uma gramínea bastante competitiva com as demais culturas em relação a água, nutrientes e luz. É uma planta daninha que também causa bastante dificuldade nas colheitas, pelo fato de seus frutos serem espinescentes. Alastram-se e interfere no desenvolvimento das culturas de

algodão, amendoim, arroz de sequeiro, café, cana-de-açúcar, feijão, frutíferas, fumo, mandioca, milho, pastagem, soja e sorgo (SANTOS, 2007).

É considerada uma das plantas daninhas com maior dificuldade de controle nas culturas, principalmente nas culturas de sorgo e milheto. Além do mais, as suas sementes são espinhosa e fixam na fibra de outras culturas, tendo a possibilidade de causar de forma significativa a desvalorização do produto final comercializado (DAN et al., 2011; GIANCOTTI et al., 2011).

Essa planta é uma das principais espécies de Poaceae consideradas como erva daninha no Brasil. Ela é altamente competitiva com culturas anuais e pode causar prejuízos econômicos significativos, especialmente na cultura do algodão. Isso ocorre porque as frutificações da planta se prendem aos capulhos do algodão, prejudicando a qualidade do produto colhido e desvalorizando-o. Além disso, as espiguetas da planta possuem um alto teor de sílica, o que pode comprometer o funcionamento das máquinas beneficiadoras, desgastando os dentes das serras e prejudicando a resistência das fibras (KISSMANN, 1997; SALGADO et al., 2002; LORENZI, 2008).

2.1.3 *Eleusine indica* L. (Capim-pé-de-galinha)

Pertencente à família Poaceae, a *Eleusine indica* L. é de ciclo anual, cespitosa (que crescem lançando novos brotos ou caules de maneira aglomerada pelo solo, geralmente formando uma touceira ou um espesso tapete), fortemente enraizada, conseguindo formar touceiras, possui ciclo fotossintético C4 e reprodução apenas via semente. É uma planta que se adapta bem em solos pobres em nutrientes e ambientes com maior luminosidade que induz o seu crescimento, dessa forma é uma planta daninha que causa a redução da produtividade e crescimento em outras culturas (CHIN & RAJA, 1979; LEE & NGIM, 2000; KISSMANN, 2007).

Atualmente, a *Eleusine indica* L. é uma das plantas daninhas consideradas mais difíceis de se controlar com herbicidas pós-emergentes, principalmente em estágio avançado de desenvolvimento (ULGUIM et. al., 2013). Entretanto, inibidores da ACCase (Cletodim e Haloxifope), glyphosate, glufosinato e paraquat, são bastante utilizados em seu controle (CHEN, et al., 2017).

Segundo Paula (2022), é necessário a utilização de outros ingredientes ativos, para aplicação de produtos em pré-emergência, devido aos casos de *E. indica* resistentes à herbicidas, os trabalhos ressaltam a eficiência do s-metalocloro, assim como o

diclosulam, trifloxissulfuromsódico, clorimuron etílico, trifluralina, pendimetalina, clomazona e sulfentrazone. Já para o controle em pós-emergência de E. indica, são destacados alguns produtos que podem ser utilizados com eficiência em seu controle como o cletodim, haloxifope, glufosinato de amônio, clomazona e flusisifopeP-butílico.

2.1.4 *Urochloa brizantha* S. (Capim-baquiária)

O gênero *Brachiaria* é uma opção viável para a produção de forragem destinada à alimentação de bovinos em sistemas de integração lavoura-pecuária e para a cobertura vegetal em sistemas de plantio direto. Essas plantas produzem grande quantidade de massa forrageira e têm capacidade de rebrota, especialmente após o início das chuvas em setembro. Isso torna as espécies de *Brachiaria* vantajosas para os produtores, que podem aproveitar a produtividade da pastagem durante o período chuvoso e utilizar a palhada como cobertura do solo nos meses subsequentes (ALVES et al., 2019).

Urochloa brizantha S. é uma espécie de forrageira que se adapta bem a diferentes condições de solo e clima e tem alta dispersão devido à grande produção e dormência das sementes. No entanto, em áreas agrícolas ou pastagens mistas, pode se tornar indesejável. Apesar de ser a maior das braquiárias cultivadas no Brasil, ela tende a inclinar-se com ventos fortes, mas seu geotropismo negativo faz com que cresça novamente na vertical. Seu perfilhamento é moderado e possui folhas densamente pilosas com bainhas fechadas e pelos longos e esbranquiçados (KISSMANN & GROTH, 1997).

É uma planta frequentemente utilizada na integração entre a agricultura e a pecuária, em consórcio com a cultura do milho. Isso se deve ao fato de que a *Urochloa brizantha* S. e o milho apresentam diferenças no tempo e espaço de acúmulo de biomassa, o que resulta em vantagens competitivas para o milho em relação à forrageira (JAKELAITIS et al., 2005).

Segundo CRUSCIOL et al. (2007), o cultivo em consórcio de milho com braquiária pode aumentar a produtividade do milho e melhorar as condições do solo. No entanto, é importante tomar cuidado, pois a braquiária cresce mais rápido que o milho quando plantados juntos, e por isso, é necessário manejar a braquiária para que não prejudique o desenvolvimento do milho, que é a cultura mais importante nesse consórcio (CECCON, 2013).

Cobucci (2001) conduziu um estudo com o consórcio de *Urochloa brizantha* S. e milho, e observou que a presença da forrageira não afetou negativamente o desenvolvimento do milho. No entanto, para garantir uma boa produtividade do milho, foi necessário aplicar o herbicida nicosulfuron em subdoses para reduzir o crescimento da *Urochloa brizantha* S. Em áreas de milho resistente ao glyphosate, é comum utilizar esse herbicida para suprimir o crescimento da forrageira.

2.2 Herbicidas

Para um eficiente controle das plantas daninhas, é recomendável a utilização de herbicidas, definido como qualquer produto químico que controle grandemente o desenvolvimento de uma planta. O controle químico é o mais utilizado como ferramenta de controle, sendo uns dos principais métodos adotados de controle pela maioria das atividades agrícolas, devido à praticidade, economia e com maior eficiência em controlar as plantas daninhas (LORENZI, 2014; KARAM et al., 2018).

O método químico é amplamente utilizado para controlar plantas daninhas, utilizando defensivos químicos contendo princípios ativos que eliminam as plantas invasoras. É um método eficaz e rápido, pois reduz a competição entre as plantas espontâneas e a cultura de interesse, sem danificar as raízes das culturas implantadas ou exigir revolvimento do solo. Isso reduz a quantidade de mão de obra necessária para o manejo das plantas daninhas. O uso adequado de dosagens pode minimizar os custos e prevenir a exposição do aplicador aos produtos químicos, além de garantir a eficácia do controle, evitando danos ao meio ambiente (SILVA et al., 2022).

Para controlar as plantas daninhas de maneira eficaz, é comum utilizar herbicidas, produtos químicos que matam ou inibem significativamente o crescimento de plantas (LORENZI, 2014). Na agricultura, esses produtos são essenciais para garantir a produtividade da safra, evitando perdas significativas (VATS, 2015). Geralmente, os herbicidas agem impedindo a ação de enzimas ou proteínas específicas nas células das plantas daninhas, o que leva a uma série de efeitos que resultam na morte ou na inibição do crescimento dessas plantas (VIDAL, 1997).

É importante ter conhecimento sobre o mecanismo de ação dos herbicidas, já que cada produto químico age de forma diferente na fisiologia das plantas. Os herbicidas são classificados de acordo com o local de ação em que atuam, determinado pelos componentes bioquímicos ou biofísicos presentes dentro das células que são inibidos por

sua ação. Quando dois herbicidas têm o mesmo local de ação, eles causam efeitos similares na planta, resultando em modelos semelhantes de translocação e sintomas ou injúrias parecidas em plantas suscetíveis (MARCHI et al., 2008; VATS, 2015).

A utilização de misturas de herbicidas é uma estratégia muito importante para ampliar o período e o espectro de controle das plantas daninhas, além de ser essencial para o manejo de espécies resistentes. Misturar dois ou mais ingredientes ativos, ou mecanismos de ação diferentes, é uma técnica altamente eficaz para prevenir a seleção de biótipos resistentes e para controlar plantas daninhas que já apresentam resistência ou tolerância a herbicidas (ABBAS et al., 2016).

2.2.1 Glyphosate

Glyphosate é um herbicida amplamente utilizado na agricultura brasileira e em todo o mundo para controlar plantas daninhas em áreas comerciais. Ele tem um amplo espectro de ação, permitindo o controle de várias espécies de plantas daninhas, incluindo aquelas com folhas largas e estreitas (GAZZIERO et al., 2016; CASTRO et al., 2017; GARCIA et al., 2020).

Possui a capacidade de inibir a enzima EPSPs presente nos cloroplastos, responsável por catalisar a condensação do ácido chiquímico e do fosfato piruvato. Com essa inibição, a síntese de três aminoácidos essenciais, triptofano, fenilalanina e tirosina, é impedida (JAWORSKI, 1972; ZABLOTOWICZ e REDDY, 2004; GOMES et al., 2014).

A inibição da produção dos aminoácidos aromáticos essenciais, como a fenilalanina, tirosina e triptofano, resulta na limitação na formação de compostos importantes, como os fenólicos e flavonoides. Além disso, essa inibição também reduz o transporte de auxina, que é transportado juntamente com os fotoassimilados das folhas para o tecido meristemático. Esse transporte atinge a absorção máxima 96 horas após o tratamento (Cruz-Hípolito et al., 2011; DEBSKI et al., 2018).

O glyphosate é um herbicida que pode causar um sintoma característico nas plantas conhecido como "yellow flashing" ou amarelecimento das folhas superiores. Várias pesquisas têm demonstrado que esse sintoma clorótico pode estar relacionado com a imobilização de cátions bivalentes, como o ferro (Fe) e o manganês (Mn), nos tecidos foliares das culturas (HUBER, 2006; BOTT et al., 2008; ZOBIOLE et al., 2010).

O amarelecimento das folhas após o tratamento com glyphosate pode ocorrer gradualmente e pode progredir para o murchamento e morte da planta. A duração desse processo varia de 4 a 20 dias, dependendo da espécie de planta afetada. No entanto, a capacidade da planta de se recuperar pelo processo de absorção radicular dos nutrientes que foram imobilizados pelo glyphosate nas folhas pode afetar a duração do amarelecimento. Algumas plantas são capazes de absorver nutrientes suficientes para se recuperar rapidamente, enquanto outras podem levar mais tempo para se recuperar e podem continuar a mostrar sinais de amarelecimento por um período prolongado (CAKMAK et al., 2009; RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

2.2.2 Cletodim

Uma outra alternativa de herbicida usualmente utilizado para o controle de plantas daninhas, é os inibidores da Acetil-CoA (ACCase) que possuem ação sistêmica e tem atividade específica em gramíneas devido a sua inibição seletiva de ACCase plastídica e homomérica que é somente encontrada em monocotiledôneas, com exceções. Nem as formas heterodiméricas, nem as formas citosólicas homomérica são inibidas pelos inibidores da ACCase, tornando as dicotiledôneas tolerantes a eles (CARVALHO, 2013; KUKORELLI, 2013).

Esses herbicidas bloqueiam a biossíntese de ácidos graxos, impedindo a formação de lipídeos e metabólitos secundários nas plantas suscetíveis. Como resultado, a integridade da membrana celular é afetada, acarretando no extravasamento de metabólitos intracelulares, e morte celular (DÉLYE, 2005; KAUNDUN, 2014).

É iniciado esse processo quando os herbicidas são absorvidos pelas folhas e translocados para os pontos de crescimento, sendo estes os tecidos meristemáticos, que através do floema, exercem a função de interromper a atividade meristemática e delimitar o crescimento das novas folhas (KUKORELLI, 2013).

Os inibidores da ACCase pertencem ao Grupo 1 que controlam exclusivamente espécies gramíneas e são conhecidos popularmente como fops (ex: haloxyfop) e dims (ex: sethoxydim). Sendo que alguns são seletivos para culturas gramíneas, como o diclofop ao trigo e outros, não (ROMAN et al., 2007).

2.3 Tecnologia de aplicação

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários envolve o uso de conhecimentos científicos para aplicar os produtos de forma precisa no alvo, no momento e na quantidade necessária, com o mínimo de impacto ambiental e de forma econômica. Essa prática é crucial para garantir a eficácia dos defensivos agrícolas, minimizar os riscos de contaminação ambiental e promover uma produção agrícola responsável e sustentável que atenda às necessidades do mercado e às exigências de saúde pública e ambientais (MATUO, 1990).

A eficácia da tecnologia de aplicação depende da diferença entre a dose necessária para controlar pragas, doenças ou plantas daninhas e a dose real utilizada na aplicação. Para garantir uma aplicação eficaz, é importante considerar diversos fatores, como o aplicador, as características do alvo, as propriedades do produto fitossanitário utilizado, a cobertura de gotas, condições climáticas, entre outros fatores. Além disso, é fundamental que o aplicador possua conhecimento e experiência suficientes para identificar os alvos de forma precisa e lidar com fatores externos que possam afetar o resultado da aplicação. Com base na análise desses fatores, é possível planejar um sistema de aplicação adequado para garantir a eficácia do processo (ADEGAS; GAZZIERO, 2020).

Para garantir um tratamento eficaz no controle de plantas daninhas, é fundamental considerar a regulagem adequada do pulverizador, observação das condições meteorológicas, volume e constituição da calda, características do alvo, calibração e manutenção dos equipamentos, e habilitação dos operadores. Essas medidas permitem obter maior qualidade e sucesso no tratamento, além de reduzir o consumo de recursos humanos, naturais e financeiros, e minimizar os riscos ao homem e ao ambiente (GRIESANG; FERREIRA, 2018).

2.4 Rainfastness

Apesar do controle químico de plantas daninhas ser considerado o método mais eficiente, quando não se utiliza corretamente a tecnologia de aplicação, esta eficiência é comprometida. Visto que uma aplicação mal feita pode aumentar o banco de sementes das espécies não controladas, além da perda com o produto comercial bem como os gastos

para realizar a aplicação, como da contaminação ambiental e resistências de plantas daninhas (NIEWEGLOWSKI FILHO, 2014; MALLMANN, et al., 2021).

No entanto, é importante destacar que a eficácia do herbicida em pós-emergência e a capacidade de controle das plantas daninhas podem ser influenciadas pelo estado morfológico da planta no momento da aplicação, bem como pelas condições ambientais, como a presença de chuvas durante a aplicação (KUDSK et al., 1990).

Quando ocorre uma chuva intensa logo após a aplicação de herbicidas, há uma redução no controle de plantas daninhas devido à lavagem dos herbicidas ainda não absorvidos pela superfície foliar. Isso ocorre porque a chuva pode remover o herbicida da superfície das folhas, impedindo sua absorção pelas plantas daninhas. Dessa forma, é importante considerar as condições climáticas ao aplicar herbicidas para garantir sua eficácia (KUDSK et al., 1992; PIRES et al., 2000).

Outro motivo a ser considerado são as diferentes formulações para um mesmo herbicida, podendo influenciar na absorção e na translocação do ingrediente ativo, do mesmo modo na eficácia de controle das espécies de plantas daninhas. O período crítico entre aplicação do herbicida em pós-emergência e ocorrência de chuva varia com o tipo de formulação, a dose empregada, a solubilidade do produto na água, as espécies de plantas daninhas, as suas condições de desenvolvimento, o momento de ocorrência e a intensidade da chuva (SOUZA, 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do presente estudo

Os trabalhos foram realizados no laboratório do Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação e Máquinas Agrícolas (NITEC), da Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP, *campus* Luiz Meneghel, localizado na cidade de Bandeirantes-PR.

3.2 Caracterização do experimento

Para avaliação da redução da eficiência da calda dos herbicidas com plantas daninhas de folhas estreitas em função da ocorrência da precipitação em diferentes intensidades e momentos após aplicação, foram utilizadas diferentes espécies de plantas daninhas, sendo: 1) *Digitaria insularis* L. (Capim-amargoso); 2) *Cenchrus echinatus* (Capim-carrapicho); 3) *Eleusine indica* L. (Capim-pé-de-galinha) e *Urochloa brizantha* S. (Capim-braquiária). Todas as plantas daninhas foram cultivadas em casa de vegetação e a semeadura foi realizada em vasos plásticos com capacidade de 1 L, preenchidos com terra comum, esterco de carneiro, areia, NPK e por último feito uma camada de 2,5 cm de terra vegetal para semear as sementes, contendo as seguintes especificações de determinação: Nitrogênio (0,87%), total de PT (0,18%), Citr. + água. Pa/c % (AÑS), Água PA % (AÑS), Potássio CA (K₂O) (0,25%), Cálcio CA % (0,34%), Magnésio Mg % (0,16%), Enxofre S (0,26 mg L⁻¹), Ferro Fe (2,40 mg L⁻¹), Manganês Mn ppm (272,00 mg L⁻¹), Cobre Cu ppm (84 mg L⁻¹), Zinco Zn (96 mg L⁻¹) Boro B ppm (187,00 mg L⁻¹), Sódio Na ppm (375,00 mg L⁻¹), Matéria Orgânica (39,75%), Cinzas (60,26%), umidade (40,51%), pH= 5,7, Relação C/N 26/1, Condutividade elétrica µS/cm 693,00, e CTC (207,00 mmol).

Nesta pesquisa avaliaram-se três fatores: quatro espécies de plantas daninhas, duas intensidades de precipitação e dois momentos após a aplicação dos herbicidas, também teve testemunha com aplicação dos herbicidas e testemunha sem aplicação dos herbicidas. Os tratamentos foram calculados com base na média de valores de 4 repetições.

3.3 Características da calda e condição operacional das aplicações

Os herbicidas utilizados e sua respectiva calda para o controle das plantas daninhas estão identificados na Tabela 1. A aplicação dos herbicidas foi realizada no momento em que as plantas apresentavam entre 20 a 40 cm de altura (2 a 6 perfilhos).

Tabela 1 – Calda de herbicidas utilizado no controle das espécies de plantas daninhas após a ocorrência da precipitação.

Mistura	Nome comercial	Concentração\ (i.a. e.a)	Dose L p.c. ha ⁻¹
Cletodim + Sal de potássio de glifosato	Select OnePack® + Roundup Transorb R® (Bayer)	120 g L ⁻¹ + 480 g L ⁻¹	0,6 + 1,5

Tabela 2 – Estádio de desenvolvimento das espécies de plantas daninhas.

Espécies das plantas daninhas	Estádio de desenvolvimento
<i>Digitaria insularis</i> L. (Capim-amargoso)	2 a 6 perfilhos
<i>Cenchrus echinatus</i> (Capim-carrapicho)	2 a 6 perfilhos
<i>Eleusine indica</i> L. (Capim-pé-de-galinha)	2 a 6 perfilhos
<i>Urochloa brizantha</i> S. (Capim-braquiária)	2 a 6 perfilhos

As figuras 1, 2, 3 e 4, ilustram o estágio de desenvolvimento que as plantas daninhas estavam quando foram realizadas as aplicações dos herbicidas.



Figura 1 – Estádio de desenvolvimento da espécie *Digitaria insularis* L. no momento da aplicação dos herbicidas e da precipitação. Foto: GRANDE, K.C.O.



Figura 2 – Estádio de desenvolvimento da espécie *Cenchrus echinatus* no momento da aplicação dos herbicidas e da precipitação. **Foto:** GRANDE, K.C.O.



Figura 3 – Estádio de desenvolvimento da espécie *Eleusine indica* L. no momento da aplicação dos herbicidas e da precipitação. **Foto:** GRANDE, K.C.O.



Figura 4 – Estádio de desenvolvimento da espécie *Urochloa brizantha* S. no momento da aplicação dos herbicidas e da precipitação. **Foto:** GRANDE, K.C.O.

A calda foi preparada adicionando seis gramas do marcador corante azul brilhante para cada litro de água destilada. Este marcador foi usado para determinar a deposição da calda de pulverização nas plantas.

Para a aplicação dos herbicidas, foi utilizado um pulverizador costal com pressurização por cilindro de CO₂, equipado por uma barra de 6 pontas de pulverização, espaçadas em 0,5 m entre si e a 0,5 m de altura da parte superior das espécies de plantas daninhas. Foi utilizada a ponta de jato plano, com indução de ar AIXR11002 (Figura 5) com pressão de 200 kPa, com classificação de gotas grossas (TEEJET®), com velocidade de deslocamento de 1,4 m/s⁻¹ (5 km h⁻¹) e taxa de aplicação de 156 L ha⁻¹.

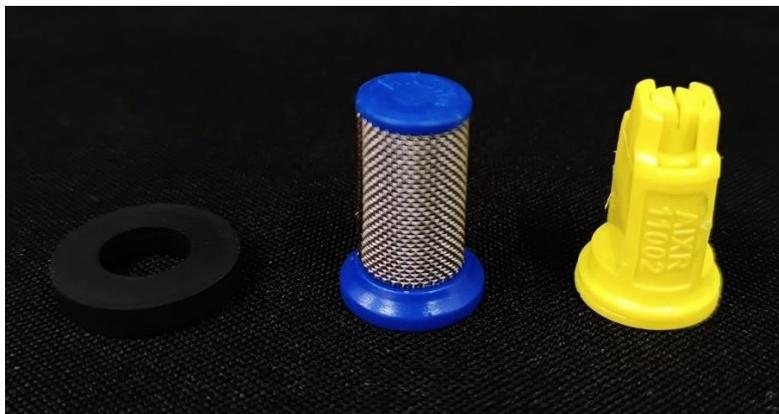


Figura 5 – Anel de vedação, filtro de malha 50 e ponta de pulverização AIXR 11002 utilizado para aplicação da calda. **Foto:** GRANDE, K.C.O.

3.4 Avaliação das propriedades físico-químicas da calda dos herbicidas

3.4.1 Determinação do potencial hidrogeniônico (pH) e da condutividade elétrica

Para a determinação do potencial hidrogeniônico (pH) foi utilizado um pHmetro do modelo digimed DM-3P. Antes de cada medição foi realizada a calibração do instrumento, conforme a recomendação do fabricante. Depois da aplicação dos herbicidas, a calda de Cletodim + Glyphosate foi depositada em um Becker de 500 mL e realizada a leitura do potencial hidrogeniônico (pH).

3.4.2 Tensão superficial

Para a determinação da tensão superficial foi utilizada uma bomba de infusão modelo Samtronic ST7000 com fluxo de 6 mL h⁻¹, seringa de 10 mL, extensor capilar específico, balança de precisão (0,0001 g), copo de Becker e copo plástico (Figura 6). Para início da pesagem da tensão superficial, previamente a balança foi calibrada junto a um copo plástico, para receber a calda. A calda foi depositada no copo de Becker de 500 mL de modo que facilitasse a coleta com a seringa. Após a coleta da calda, a bomba de infusão foi calibrada em volume por tempo e juntamente, foi acoplado a seringa ao extensor capilar, no qual o extensor ficou posicionado verticalmente a fim de que as gotas formadas fossem liberadas e pesadas através da balança de precisão. Para cada calda foi avaliado 30 gotas por tratamento.



Figura 6 – Balança de precisão (0,001 g) (1) e bomba de infusão modelo Samtronic ST7000 com fluxo de 6 mL h⁻¹ (2), utilizada para a determinação da tensão superficial.
Foto: GRANDE, K.C.O.

3.5 Simulação da precipitação

Para evitar que as raízes das plantas ficassem expostas e prejudicassem o resultado final do controle após a precipitação, todos os vasos que continham plantas foram revestidos com sacos plásticos. Dessa forma, as raízes permaneceram protegidas e

puderam continuar a se desenvolver adequadamente. Após a aplicação dos herbicidas nas plantas daninhas, as plantas foram submetidas a precipitação simulada com lâmina de 10 mm nas intensidades de 5 minutos e 30 minutos em dois diferentes momentos: Zero (precipitação imediata) e 60 minutos.

A precipitação foi simulada em um simulador com pista de deslocamento de 15 m de comprimento, composto por um painel de controle digital, no qual foram feitas as configurações da altura de barra e velocidade, equipado com uma barra de dois metros contendo quatro pontas de pulverização e acoplado na barra três pontas de jato plano defletoras de modelo *floodjet inox TK-SS*, espaçadas em 0,5 m entre si e a 0,5 m de altura da parte superior das espécies de plantas daninhas. Para a precipitação com intensidade de 5 minutos, ambos para os dois momentos, sendo o imediato e de 60 minutos da ocorrência da precipitação após aplicação dos herbicidas, foi adicionado também a ponta de jato plano, com indução de ar AIXR 11004 (Figura 7), com classe de gotas grossas a muito grossa e utilizado no mesmo momento da precipitação a ponta defletora de modelo *floodjet inox TK-SS* (Figura 8), com pressão 1.000 kPa e velocidade de deslocamento de $0,08 \text{ m/s}^{-1}$, totalizando 7 passadas e meio do simulador.

Já para a precipitação com intensidade de 30 minutos, ambos para os dois momentos, sendo o momento imediato e de 60 minutos da ocorrência da precipitação após aplicação dos herbicidas, foi utilizado somente a ponta AIXR 11004, com pressão de 550 kPa, com velocidade de deslocamento de $0,2 \text{ m/s}^{-1}$, totalizando 19 ciclos completos de passadas da barra do simulador. O volume de água foi coletado a cada passada da barra do simulador nas plantas dispostas na pista e ao lado das plantas foi colocado seis recipientes coletores (Figura 9), e posteriormente após a precipitação, o volume de água dos recipientes coletores foi pesado com auxílio de uma balança de precisão de 0,0001 g (Figura 10), para o cálculo da quantidade de precipitação aplicada em cada repetição e tratamento.

O volume de precipitação aplicado em cada tratamento foi calculado com auxílio da equação 1, conforme metodologia utilizada e descrita por THEODORO, 2020.

$$p = \frac{v}{a}$$

Em que:

p = precipitação simulada (L m⁻² ou mm)
 v = volume de água coletado (Litros)
 a = área da seção de captação de água (m²).



Figura 7 – Anel de vedação, filtro de malha 50 e ponta de pulverização do modelo AIXR 11004, utilizado para precipitação imediata e 60 minutos após aplicação, com intensidade de 5 minutos. **Foto:** GRANDE, K.C.O.

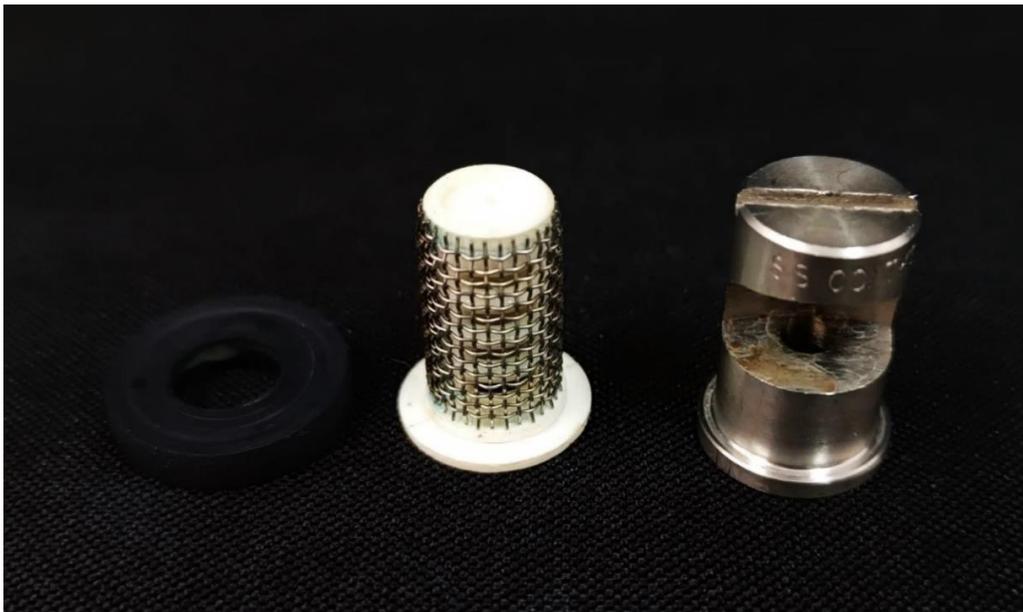


Figura 8 – Anel de vedação, filtro de malha 30 e ponta defletora do modelo floodjet inox TK-SS, utilizada para precipitação imediata e de 60 minutos após aplicação dos herbicidas nas intensidade de 5 minutos e 30 minutos. **Foto:** GRANDE, K.C.O.



Figura 9 – Recipientes coletores dispostos na pista para a coleta da precipitação. **Foto:** GRANDE, K.C.O.



Figura 10 – Pesagem em balança de precisão (0,001 g) do volume de água coletado dos recipientes coletores. **Foto:** NITEC/UENP, Bandeirantes/PR.

3.6 Experimento

Foi considerado para cada período de precipitação após aplicação dos herbicidas como um tratamento, ficando nomeado os períodos: Precipitação imediata após aplicação dos herbicidas com até 5 minutos de intensidade de precipitação (T1); Precipitação imediata após aplicação dos herbicidas com 30 minutos de intensidade de precipitação (T2); Precipitação de 1 hora após aplicação dos herbicidas com 5 minutos de intensidade de precipitação (T3); Precipitação de 1 hora após aplicação dos herbicidas com 30 minutos de intensidade de precipitação (T4); e duas testemunhas, caracterizadas pela aplicação da calda dos herbicidas e sem a aplicação dos herbicidas.

As condições meteorológicas no momento da aplicação e da simulação de precipitação foram coletadas por meio de leituras em um termo-higrômetro e posteriormente anotadas (Tabelas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10).

Tabela 3 – Condições meteorológicas da espécie *Digitaria insularis* L. (Capim-amargoso) na aplicação da calda dos herbicidas.

Espécie	Tratamento	Hora	Temperatura °C	Umidade	
				Relativa %	Velocidade
<i>Digitaria insularis</i> L.	T1	09:12	20,6	65	5,6
<i>Digitaria insularis</i> L.	T2	09:47	21,4	63	4,24
<i>Digitaria insularis</i> L.	T3	09:12	20,6	65	5,6
<i>Digitaria insularis</i> L.	T4	09:47	21,4	63	4,24
<i>Digitaria insularis</i> L.	Test. Aplicada	09:12	20,6	65	5,6
Média			20,6	64,2	5,1
Desvio padrão			0,0	1,1	0,7

Tabela 4 – Condições meteorológicas da espécie *Digitaria insularis* L. (Capim-amargoso) na simulação de precipitação após aplicação dos herbicidas.

Espécie	Tratamento	Hora	Temperatura °C	Umidade Relativa %
<i>Digitaria insularis</i> L.	T1	09:15	20,6	65
<i>Digitaria insularis</i> L.	T2	09:49	21,6	62
<i>Digitaria insularis</i> L.	T3	10:20	22,9	61
<i>Digitaria insularis</i> L.	T4	10:47	23,8	59
Média			22,2250	61,7500
Desvio padrão			1,4104	2,5000

Tabela 5 – Condições meteorológicas da espécie *Cenchrus echinatus* (Capim-carrapicho) na aplicação da calda dos herbicidas.

Espécie	Tratamento	Hora	Temperatura °C	Umidade Relativa	
				%	Velocidade
<i>Cenchrus echinatus</i>	T1	08:26	24,3	77	5,3
<i>Cenchrus echinatus</i>	T2	09:49	27,9	64	5,4
<i>Cenchrus echinatus</i>	T3	08:26	24,3	77	5,3
<i>Cenchrus echinatus</i>	T4	09:49	27,9	64	5,4
<i>Cenchrus echinatus</i>	Test. Aplicada	08:26	24,3	77	5,3
Média			25,7	71,8	5,3
Desvio padrão			2,0	7,1	0,1

Tabela 6 – Condições meteorológicas da espécie *Cenchrus echinatus* (Capim-carrapicho) na simulação de precipitação após aplicação dos herbicidas.

Espécie	Tratamento	Hora	Temperatura °C	Umidade Relativa %
<i>Cenchrus echinatus</i>	T1	08:31	24,3	77,0
<i>Cenchrus echinatus</i>	T2	09:54	27,9	64,0
<i>Cenchrus echinatus</i>	T3	09:26	28,4	65,0
<i>Cenchrus echinatus</i>	T4	10:49	27,9	58,0

Média	27,1	66,0
Desvio padrão	1,9	8,0

Tabela 7 – Condições meteorológicas das espécies *Eleusine indica* L. (Capim-pé-degalinha) na aplicação da calda dos herbicidas.

Espécie	Tratamento	Hora	Temperatura °C	Umidade Relativa	
				%	Velocidade
<i>Eleusine indica</i> L.	T1	14:22	22	59	5,5
<i>Eleusine indica</i> L.	T2	14:55	22,6	57	4,0
<i>Eleusine indica</i> L.	T3	14:22	22	59	5,5
<i>Eleusine indica</i> L.	T4	14:55	22,6	57	4,0
	Test.				
<i>Eleusine indica</i> L.	Aplicada	14:22	22	59	5,5
Média			22,2	58,2	4,9
Desvio padrão			0,3	1,1	0,8

Tabela 8 – Condições meteorológicas da espécie *Eleusine indica* L. (Capim-pé-degalinha) na simulação de precipitação após aplicação dos herbicidas.

Espécie	Tratamento	Hora	Temperatura °C	Umidade Relativa %
<i>Eleusine indica</i> L.	T1	14:27	22,2	58
<i>Eleusine indica</i> L.	T2	15:05	22,6	58
<i>Eleusine indica</i> L.	T3	15:22	22,4	59
<i>Eleusine indica</i> L.	T4	15:57	21,7	62
Média			22,2	59,3
Desvio padrão			0,4	1,9

Tabela 9 – Condições meteorológicas das espécies *Urochloa brizantha* S. (Capim-braquiária) na aplicação da calda dos herbicidas.

Espécie	Tratamento	Hora	Temperatura °C	Umidade Relativa %
<i>Urochloa brizantha</i> S.	T1	08:46	22,9	77
<i>Urochloa brizantha</i> S.	T2	14:32	29,6	61
<i>Urochloa brizantha</i> S.	T3	09:42	23,3	77
<i>Urochloa brizantha</i> S.	T4	14:32	29,6	61
	Test.			
<i>Urochloa brizantha</i> S.	Aplicada	08:46	22,9	77
	Test. Dose			
<i>Urochloa brizantha</i> S.	cheia	14:53	29,6	59
Média			26,31	68,66
Desvio padrão			3,28	9,15

Tabela 10 – Condições meteorológicas da espécie *Urochloa brizantha* S. (Capim-braquiária) na simulação de precipitação após aplicação dos herbicidas.

Espécie	Tratamento	Hora	Temperatura °C	Umidade Relativa %
<i>Urochloa brizantha</i> S.	T1	08:51	23,5	77
<i>Urochloa brizantha</i> S.	T2	14:39	29,6	61
<i>Urochloa brizantha</i> S.	T3	10:42	24,6	75
<i>Urochloa brizantha</i> S.	T4	15:34	29,6	61
Média			26,82	68,50
Desvio padrão			3,24	8,69

3.7 Determinação da biomassa fresca e seca

Para a determinação da biomassa fresca, a biomassa acima do solo foi colhida com tesoura, pesada com o auxílio de uma balança de precisão de 0,0001 g e posteriormente anotadas. Para a determinação biomassa seca, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel identificados e levados a estufa com ventilação forçada de ar, a 65 °C, por 72 horas e/ou até massa constante.

Após a pulverização e precipitação, as demais plantas que não foram utilizadas para as análises, foram devolvidas à casa de vegetação e permaneceram lá por 28 dias. Após o período de 28 dias, foi retirada a biomassa acima do solo das plantas e foi colhida com tesoura, pesada com o auxílio de uma balança de precisão de 0,0001 g e posteriormente anotadas. Para a determinação biomassa seca as plantas foram acondicionadas em sacos de papel identificados e levados a estufa com ventilação forçada de ar, a 65 °C, por 72 horas e/ou até massa constante.

Para determinar a porcentagem do controle das espécies de plantas daninhas foi utilizada a escala de avaliação visual da ALAM (1974), apresentada na tabela 11, a qual varia de 1 (nenhum a pobre) a 6 (excelente controle). Sendo correlacionado com a equação 3.

Tabela 11 – Escala de avaliação visual da eficiência de controle das plantas daninhas através dos herbicidas, desenvolvida pela ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas), com as respectivas notas de porcentagens de controle.

Notas	(%) de controle	Denominação
1	0 - 40	Nenhum/pobre
2	41 - 60	Regular
3	61 - 70	Suficiente
4	71 - 80	Bom
5	81 - 90	Muito bom
6	91 - 100	Excelente

Os dados de biomassa foram convertidos em porcentagem (%) de redução de biomassa em comparação com o controle não tratado (testemunha), usando a Equação (3), de acordo com (BRANKOV et al., 2023).

$$100 - \left(\frac{X * 100}{Y} \right)$$

No qual X é a biomassa de uma unidade experimental individual após ser tratada e Y é a biomassa média das réplicas de controle não tratadas (testemunha). Plantas de controle foram cultivadas em casa de vegetação sob as mesmas condições.

3.8 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste T de Student ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Propriedades físico-químicas da calda de pulverização

Com base nos dados apresentados na tabela 12, pode-se afirmar que a calda de Cletodim + Glyphosate apresentou uma condutividade elétrica de $2,66 \mu\text{S cm}^{-1}$ e o potencial de hidrogênio (pH) com valor de 4,83. No entanto, em relação à tensão superficial da calda, observou-se uma redução de $31,96 \text{ mN m}^{-1}$ quando comparada com a água pura, que apresenta uma tensão superficial de $72,6 \text{ mN m}^{-1}$. Isso significa que a adição de herbicidas Cletodim + Glyphosate à água pode reduzir a tensão superficial da solução resultante, tornando-a mais molhante e capaz de se espalhar mais facilmente sobre a superfície das folhas das plantas. Isso é uma propriedade desejável para herbicidas, pois ajuda a aumentar a eficácia da aplicação, possibilitando que a solução penetre nas camadas de cera e tricomas das folhas, onde muitas vezes as plantas têm maior resistência à absorção de herbicidas.

De acordo com Oliveira (2011), a tensão superficial é um fator crucial para a aplicação eficiente de caldas sobre superfícies foliares. Isso ocorre porque a tensão superficial está intimamente relacionada à capacidade de molhagem, espalhamento e absorção da calda na superfície das folhas. Em outras palavras, uma tensão superficial adequada pode facilitar a distribuição uniforme da calda sobre a superfície foliar, aumentando a eficácia da aplicação. Portanto, é importante considerar a tensão superficial ao escolher o tipo de adjuvante ou formulação de calda a ser utilizada em aplicações agrícolas.

Tabela 12 – Propriedades físico-químicas da calda de pulverização.

Calda de pulverização	Dose (L/ha^{-1})	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Potencial de hidrogênio (pH)	Tensão superficial (mN m^{-1})
Cletodim ¹ + Glyphosate ²	0,6 + 1,5	2,66	4,83	31,96

¹Select Onepack. ²Roundup Transorb R.

4.2 Controle das espécies de plantas daninhas

Na primeira coluna da Tabela 13 está apresentando a comparação entre a intensidade e o momento da precipitação em relação ao controle da espécie *Digitaria insularis* L. Os resultados mostram que os diferentes tratamentos com variações na intensidade e no momento da precipitação, foi considerado um controle bom, como cita a escala de ALAM (1974), porém não foi eficaz para controlar essa espécie de planta daninha. O tratamento que obteve a maior porcentagem de controle, com a precipitação de 1 hora após aplicação dos herbicidas com intensidade de 5 minutos, alcançando 75%, não foi capaz de controlar as plantas de forma significativa em comparação aos demais tratamentos. Sendo assim, os resultados indicam que os tratamentos com intensidades de 5 minutos e 30 minutos e momentos da precipitação sendo, imediata e 1 hora após aplicação não foram suficientes para promover o controle eficaz da espécie de *Digitaria insularis* L.

Em um estudo conduzido por Barroso et al. (2014), foram avaliadas misturas de herbicidas inibidores da ACCase com diferentes formulações de glyphosate para o controle da *Digitaria insularis*. As aplicações foram realizadas em plantas com 4 folhas e em plantas de 3 a 4 perfilhos. Os resultados mostraram que todos os tratamentos tiveram eficácia de controle acima de 80%, exceto quando foi utilizado o herbicida glyphosate isoladamente, nas formas de sal de potássio e sal de amônio, em plantas no estágio inicial. No entanto, o controle foi comprometido em plantas com perfilhamentos, mesmo com as doses recomendadas para o estágio vegetativo da planta.

Em um outro estudo realizado por Correia e Durigan em 2009, foi observado que o herbicida glyphosate teve eficácia no controle de plântulas da espécie de *Digitaria insularis* L. com 4 folhas antes do perfilhamento. No entanto, após o desenvolvimento dos rizomas, o controle não foi eficaz, provavelmente devido ao fato de que os rizomas já haviam se desenvolvido o suficiente para garantir a sobrevivência da planta, mesmo com aplicação do herbicida. Esses resultados sugerem que o momento da aplicação do herbicida pode ser crucial para o controle efetivo de plantas daninhas e que a aplicação tardia pode não ser eficaz.

As plantas da espécie *Digitaria insularis* L. formam rizomas e apresentam índice estomático tanto na face abaxial quanto na adaxial das folhas. Além disso, as folhas dessa espécie possuem uma lâmina foliar mais robusta e resistente (MACHADO, et al., 2008).

Para maximizar a eficácia no controle de plantas daninhas, é possível combinar diferentes princípios ativos de agroquímicos, seja de forma sequencial, em rotação ou em associação. Além disso, adjuvantes minerais ou vegetais podem ser utilizados para melhorar a eficácia dos herbicidas e/ou um terceiro mecanismo de ação, podendo ainda ser utilizado também em conjunto a métodos culturais (KRENCHINSKI et al., 2019).

Já para o controle da espécie *Cenchrus echinatus* em relação à intensidade e ao momento da precipitação. Os resultados da análise indicaram que o controle foi mais eficiente quando a precipitação ocorreu 1 hora após aplicação dos herbicidas com intensidade de 5 minutos. Nesse caso, foi observada uma eficiência 80%, superior aos demais controle avaliados da espécie. Os resultados obtidos sugerem que tanto o momento quanto a intensidade da precipitação, podem ter impacto significativo na eficácia do controle de *Cenchrus echinatus*.

Para o controle da espécie *Eleusine indica* L. em relação à intensidade e ao momento da precipitação. Os resultados indicam que a precipitação que ocorreu 1 hora após aplicação dos herbicidas, apresentou maior eficiência. Além disso, a intensidade da precipitação também mostrou ser um fator importante, sendo que a intensidade de 5 minutos resultou em um controle de 90% da espécie *Eleusine indica* L. avaliada. É importante ressaltar que o controle efetivo de plantas daninhas é fundamental para o sucesso da produção agrícola, e esses resultados podem ser úteis para orientar a tomada de decisão sobre o momento ideal para aplicação de herbicidas em condições de precipitação. No entanto, é importante lembrar que outros fatores, como a dose e a formulação do herbicida, devem ser considerados em conjunto com a precipitação para garantir um controle eficaz e seguro das plantas daninhas.

Os resultados indicam que o controle da espécie de *Urochloa Brizantha* S. em relação à intensidade e ao momento da precipitação foi efetivo, mesmo após uma hora da chuva com uma intensidade de 5 minutos após a aplicação. No entanto, apesar do bom resultado, não foi possível eliminar completamente a espécie, o que sugere a necessidade de reaplicação da técnica de controle.

É importante ressaltar que, para todas os tratamentos das espécies de plantas daninhas com momento de 1 hora e com intensidade de 5 minutos de ocorrência de precipitação após aplicação dos herbicidas, demonstraram uma eficiência de controle igual ou superior a 75%, indicando um desempenho bom no controle das plantas daninhas.

Desta forma, a absorção e a translocação do herbicida são limitadas pelo volume que atravessa a cutícula das folhas, e isso é significativamente influenciado pelas condições climáticas, estrutura molecular da planta daninha e características dos herbicidas e seus adjuvantes, presentes na formulação ou na calda aplicada

A capacidade de absorção e translocação de herbicidas através da cutícula das folhas das plantas daninhas é influenciada por vários fatores, incluindo as condições climáticas, a estrutura molecular da planta daninha e as características do herbicida e seus adjuvantes presentes na formulação ou na calda aplicada. A quantidade de herbicida que é capaz de atravessar a cutícula das folhas é limitada pelo volume disponível para a absorção. Condições climáticas adversas, como temperaturas baixas ou alta umidade, podem reduzir a absorção dos herbicidas (FENG et al., 2000).

Adicionar certos produtos pode aumentar a absorção do ingrediente ativo, mas é importante ter cuidado ao determinar sua concentração, pois altas doses podem reduzir o controle do herbicida, diminuindo a capacidade de translocação (SHERRICK et al., 1986).

A chuva pode afetar negativamente o desempenho dos produtos fitossanitários. Quando ocorre uma chuva pouco tempo após a aplicação de um produto fitossanitário, a água da chuva pode lavar parte do produto que foi depositado na superfície das plantas. Hunsche et al. (2007) observaram que até 90% do depósito inicial de produtos fitossanitários pode ser lavado pela chuva. Isso pode reduzir a eficácia dos produtos fitossanitários aplicados e pode levar à necessidade da reaplicação.

Por isso, é importante levar em consideração a previsão do tempo antes de realizar a aplicação de um produto fitossanitário. Em dias com altas probabilidades de chuvas, é recomendado adiar a aplicação para evitar perdas significativas do produto. Além disso, é importante seguir as instruções do fabricante do produto quanto ao intervalo entre as aplicações para garantir que as plantas daninhas sejam controladas adequadamente.

Em diferentes estudos, testando diferentes herbicidas, JAKELAITIS et al. (2001), MATINI et al. (2003) e THEODORO (2020), concluíram que após 4 (quatro) horas sem chuva, obteve-se controle eficiente para as plantas daninhas. No entanto, existem estudos que comprovam a eficiência de herbicidas em 2 (duas) horas após a aplicação (FENG, SANDBRINK & SAMMONS, 2000) e outros a eficiência em 1 (uma) hora após a aplicação (GANNON & YELVERTO, 2008).

Tabela 13 – Controle das espécies de folhas de estreitas em função da intensidade e do momento de precipitação após à aplicação. Bandeirantes/PR.

Momento de precipitação após à aplicação	Intensidade do momento de precipitação	
	5 minutos	30 minutos
Controle (%) de <i>Digitaria insularis</i> L.		
Precipitação imediata	60 bA	55 bA
Precipitação após 1 hora	75 aA	65 aA
Controle (%) de <i>Cenchrus echinatus</i>		
Precipitação imediata	59 bA	45 bB
Precipitação após 1 hora	80 aA	72 aA
Controle (%) <i>Eleusine indica</i> L.		
Precipitação imediata	70 bA	60 bA
Precipitação após 1 hora	90 aA	80 aA
Controle (%) de <i>Urochloa brizantha</i> S.		
Precipitação imediata	65 Ba	55 aB
Precipitação após 1 hora	75 aA	70 bA

Letras iguais minúsculas na coluna não apresentam diferença significativa entre o tempo de aplicação. Letras iguais maiúsculas na linha não apresentam diferença significativa na intensidade do momento de precipitação. Ambos comparados pelo teste T de Student ($p < 0,05$).

5. CONCLUSÃO

A eficiência de controle da calda dos herbicidas Glyphosate + Cletodim são dependentes da intensidade e do momento de ocorrência da precipitação após a aplicação, espécie de planta que se encontra no local e estágio de desenvolvimento das espécies. É necessário um período acima de 1 hora sem ocorrência de precipitação após a aplicação, para que a calda dos herbicidas Glyphosate + Cletodim não apresentem redução no controle das espécies de plantas.

6. REFERÊNCIAS

- ABBAS, T.; NADEEM, M. A.; TANVEER, A.; & AHMAD, R. Identifying optimum herbicide mixtures to manage and avoid fenoxaprop-p-ethyl resistant phalaris minor in wheat. **Planta Daninha**, v. 34, p. 787-794, 2016.
- ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. 2020.
- ALVES, L. W. R.; MONTAGNER, A. E. A. D.; PEREIRA, J. F. Efeito de herbicidas na dessecação de plantas para cobertura do solo em Sistema de Plantio Direto no Cerrado Amapaense. **EMBRAPA, Macapá, Amapá, Brasil. 9p**, 2019.
- BARROSO, A. A. M.; ALBRECHT, A.J.P.; REIS, F.C.; FILHO, R.V. Interação entre herbicidas inibidores da ACCase e diferentes formulações de glyphosate no controle de capim-amargoso. **Planta Daninha**, v. 32, p. 619-627, 2014.
- BAYER, 2019. Disponível em <
<https://www.environmentalscience.bayer.com.br/floresta/o-que-controlar/cenchrus-echinatus>>. Acesso às 10:12 no dia 12/09/2022.
- BORGATO, Ednaldo Alexandre. Identificação de *Amaranthus palmeri*, caracterização da resistência múltipla a herbicidas inibidores da ALS e da EPSPS e controle químico baseado no uso das novas tecnologias transgênicas. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- BOTT, S.; TEFAMARIAM, T.; CANDAN, H.; CAKMAK, L.; RÖMHELD, V.; NEUMANN, G. Glyphosate-induced impairment of plant growth and micronutrient status in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max L.*). **Plant and soil**, v. 312, p. 185-194, 2008.
- BRANKOV, M.; VIEIRA, B. C.; ALVES, G. S.; ZARIC, M.; VUKOJA, B.; HOUSTON, T.; KRUGER, G. R. Adjuvant and nozzle effects on weed control using mesotrione and rimsulfuron plus thifensulfuron-methyl. **Crop Protection**, p. 106209, 2023.
- CAKMAK, I.; YAZICI, A.; TUTUS, Y.; OZTURK, L. Glyphosate reduced seed and leaf concentrations of calcium, manganese, magnesium, and iron in non-glyphosate resistant soybean. **European Journal of Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 114-119, 2009.
- CARVALHO, Leandro Bianco de. **Plantas Daninhas**. Lages, SC, 2013 82 p.
- CASTRO, E. B.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D.; BEN, R.; BELAPART, D.; GOMES, G. L. G. C.; MACEDO, G. C. Deposição da calda e eficácia de controle de glyphosate e saflufenacil associados a adjuvantes. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 2, p. 103-111, 2017.
- CECCON, G. CONSÓRCIO MILHO-BRAQUIÁRIA. **Embrapa**, 175p. 2013.

CHIN, H. F.; RAJA HARUN, R. M. Ecology and physiology of Eleusine indica seeds. In: **Proceedings of the 7th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, Sydney, Australia, 1979.** 1979. p. 313-315.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M.; MELO, M. S. C. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: MONQUERO, P.A. (Org.). **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas.** São Carlos: Rima, 2014. p. 257-282.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; TRENTIN, R.; TOCCHETTO, S.; MAROCHI, A.; GALLI, A. J. B.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. NICOLAI, M. Alternative herbicides to manage Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) resistant to glyphosate at different phenological stages. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v. 40, n. 1, p. 59-67, 2005.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIM, L. In: MANEJO INTEGRADO FITOSSANIDADE: CULTIVO PROTEGIDO, PIVÔ CENTRAL E PLANTIO DIRETO. Viçosa: UFV, 2001. p. 583-624.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis* com glyphosate isolado e em misturas com chlorimuron-ethyl ou quizalofop-p-tefuril em área de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 689-697, 2009.

CRUSCIOL, C. A. C.; CALONEGO, J. C.; BORGHI, E. Atributos físicos e físico-hídricos do solo com o cultivo de milho solteiro ou consorciado com braquiária. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Gramado, 2007.

CRUZ-HIPOLITO, H.; ROJANO-DELGADO, A.; DOMÍNGUEZ-VALENZUELA, J. A.; HEREDIA, A.; DE CASTRO, M. D. L.; DE PRADO, R. Glyphosate tolerance by *Clitoria ternatea* and *Neonotonia wightii* plants involves differential absorption and translocation of the herbicide. **Plant and Soil**, v. 347, n. 1, p. 221-230, 2011.

DAN, H. A.; DAN, L. G. M.; BARROSO, A. L. L.; OLIVEIRA JR, R. S.; ALONSO, D. G.; FINOTTI, T. R. Influência do estágio de desenvolvimento de *Cenchrus echinatus* na supressão imposta por atrazine. **Planta Daninha**, v. 29, p. 179-184, 2011.

DEBSKI, H.; WICZKOWSKI, W.; SZAWARA-NOWARK, D.; BACZEK, N.; CHRZANOWSKI, G.; HORBOWICZL, M. Effects of glyphosate and fluzifop-P-butyl on flavonoids content and growth of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). **Fresen. Environ. Bul**, v. 27, p. 91-97, 2018.

DÉLYE, C. C. Weed resistance to acetyl coenzyme A carboxylase inhibitors: an update. **Weed Science**. Champaign, v. 53, p. 728- 746, 2005.

DORS, C. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SANCHOTENE, D. M.; DIAS, A. C. R.; MANFRON, P. A.; DORNELLES, S. H. B. Suscetibilidade de genótipos de *Lolium multiflorum* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 28, p. 401-410, 2010.

DE MALEZAS, Asociación Latinoamericana. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **Alam, Bogotá**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.

ESTRELA, Camilla Lôrena Monteiro. Alternativas de controle químico convencionais ainda são eficazes para o Capim amargoso (*Digitaria insularis*). 2021 26f. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em Proteção de Plantas) -- Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2021.

FENG, P. C. C.; SANDBRINK, J. J.; SAMMONS, R. D. Retention, uptake, and translocation of ¹⁴C-glyphosate from track-spray applications and correlation to rainfastness in velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). **Weed Technology**, v. 14, n. 1, p. 127-132, 2000.

FRANDOLOSO, F.; GALON, L.; GABIATTI, R. L.; BIANCHETTI, F.; HOLZ, C. M.; MENEGAT, A. D.; FORTE, C. T. Competition of maize hybrids with alexandergrass (*Urochloa plantaginea*). **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 9, p. 1447-1455, 2019.

GANNON, T. W.; YELVERTON, F. H. Effect of simulated rainfall on tall fescue (*Lolium arundinaceum*) control with glyphosate. **Weed Technology**, v. 22, n. 3, p. 553-557, 2008.

GARCIA, L. V. P.; DE OLIVEIRA, A. K. M.; MATIAS, R. Glifosato e o uso de pesticidas em Mato Grosso do Sul: riscos relacionados aos recursos hídricos. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, p. e225111133558-e225111133558, 2022.

GAZOLA, T.; BELAPART, D.; CASTRO, E.B.; CIPOLA FILHO, M.L.; DIAS, M.F. Características biológicas de *Digitaria insularis* que conferem sua resistência a herbicidas e opções de manejo. **Científica**, v. 44, n. 4, p. 557-567. 2016.

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; MESCHEDÉ, D. K.; VARGAS, L.; KARAM, D.; MACIEL, C. D. G.; FORNAROLLI, D.; GOMES, M. M. G. A era glyphosate. **Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2016.

GAZZIERO, D. L. P.; LOLLATO, R. P.; BRIGHENTI, A. M.; PITELLI, R. A.; VOLL, E. **Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja**. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 126 p.

GEMELLI, A.; OLIVEIRA JR. R. S. de; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G. B. P.; JUMES, T. M. de C.; OLIVEIRA NETO, A. M. de; DAN, H. de A.; BIFFE, S. F. Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para o seu controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 2, p. 231-240, 2012.

GIANCOTTI, P. R. F.; SOUZA, M. C. de; PARREIRA, M. C.; ALVES, P. L. da C. A. Emergência de capim-carrapicho e picão-de-flor com diferentes profundidades de semeadura em duas épocas. **Biosci. j. (Online)**, p. 619-628, 2011.

GOMES, M. P.; SMEDBOL, E.; CHALIFOUR, A.; HÉNAULT-ETHIER, L.; LABRECQUE, M.; LEPAGE, L.; LUCOTTER, M.; JUNEAU P. Alteration of plant physiology by glyphosate and its by-product aminomethylphosphonic acid: an overview. **Journal of experimental botany**, v. 65, n. 17, p. 4691-4703, 2014.

GRIESANG, F.; FERREIRA, M. C. Tecnologia de aplicação: Como evitar a deriva? In: GUIMARÃES, A. C. D.; INOUE, M. H.; IKEDA, F. S. (Org.). **Estratégias de Manejo de Plantas Daninhas para Novas Fronteiras**. Curitiba, PR: Editora da SBCPD. Cáceres, MT: Editora da Unemat, 2018.

HEAP, I. A. **The International survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em <<https://www.weedscience.org>>. Acesso às 10:13 no dia 07/11/2022.

HUBER, D. M. Strategies to ameliorate glyphosate immobilization of manganese and its impact on the rhizosphere and disease. In: **Proceedings of the glyphosate potassium symposium**. 2006.

HUNSCHE, M.; DAMEROW, L.; SCHMITZ-EIBERGER, M.; NOGA, Georg. Mancozeb wash-off from apple seedlings by simulated rainfall as affected by drying time of fungicide deposit and rain characteristics, **Crop Prot.** 26 (2007) 768-774.

JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; MIRANDA, G. V. Controle de *Digitaria horizontalis* pelos herbicidas glyphosate, sulfosate e glifosate potássico submetidos a diferentes intervalos de chuva após a aplicação. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 279-285, 2001.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L.; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta daninha**, v. 23, p. 59-67, 2005.

JAWORSKI, E. G. Mode of action of N-phosphonomethylglycine. Inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 20, n. 6, p. 1195-1198, 1972.

KARAM, D.; SILVA, A. F.; GAZZIEIRO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VARGAS, L. In: **Situação atual da resistência de plantas daninhas a herbicidas nos sistemas agrícolas**. PAES, M. C. D.; PINHO, R. G. V.; MOREIRA, S. G. Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil. Sete Lagoas: ABMS, 2018.

KAUNDUN, S. S. Resistance to acetyl-CoA carboxylase-inhibiting herbicides. **Pest Management Science**. West Sussex, v. 70, p. 1405-1417, 2014.

KISSMANN, K. G. Plantas infestantes e nocivas. 3ª ed. São Paulo: BASF, 2007.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. Plantas infestantes e Nocivas (Vol. I). **BASF Brasileira SA: São Paulo**, 1997.

KRENCHINSKI, F. H.; PEREIRA, V. G. C.; ZOBIOLE, L. H. S.; ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; PETERSON, M. Halauxifen-methyl+diclosulam: New option to control *Conyza* spp. prior soybean sowing. **Planta Daninha**, v. 37, p. 1-10, 2019.

KUDSK, P.; KRISTENSEN, J. L. Effect of environmental factors on herbicide performance. In: **Proceedings of the First International Weed Control Congress**, p. 173-186, 1992.

- KUKORELLI, G.; REISINGER, P.; PINKE, G. ACCase inhibitor herbicides – selectivity, weed resistance and fitness cost: a review. *International Journal of Pest Management*. Washington, v. 59, p. 165-173, 2013.
- LEE, L. J.; NGIM, J. A first report of glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica* (L) Gaertn) in Malaysia. ***Pest Management Science: formerly Pesticide Science***, v. 56, n. 4, p. 336-339, 2000.
- LORENZI, Harri. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 7. ed. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 2014. p. 384.
- LORENZI, Harri. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 2008.
- MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; FIALHO C. M. T.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, M. S. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. ***Planta Daninha***, v. 24, p. 641-647, 2006.
- MACHADO, A. F. L.; MEIRA, R. M. S. A.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; TUFFI SANTOS, L. D.; FIALHO, C. M. T.; MACHADO, M. S. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. *Planta Daninha*, v. 26, n. 1, p. 1-8, 2008.
- MALLMANN, B.; NASCIMENTO, J. M.; BARBOSA, P. M. B.; STOFFEL, A. V. S.; ARCOVERDE, S. N. S. APLICAÇÃO DE HERBICIDA EM DIFERENTES VOLUMES E HORÁRIOS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS. 2021.
- MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S.; GUIMARÃES, T. G. Herbicidas: mecanismos de ação e uso. 2008.
- MARTINI, G.; PEDRINHO JUNIOR, A. F. F.; DURIGAN, J. C. Eficácia do herbicida glifosato-potássico submetido à chuva simulada após a aplicação. ***Bragantia***, v. 62, n. 1, p. 39-45, 2003.
- MATUO, T. Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1990.
- NIWEGLOWSKI FILHO, M.; PELISSARI, A.; KOEHLER, H. S.; BASSETTI, J. C.; MURARO, M.; KERKHOFF, M.; SPHYRA A. Controle químico de plantas daninhas utilizando diferentes pontas de pulverização. ***Scientia Agraria***, v. 15, n. 1, p. 33-37, 2014.
- OLIVEIRA JR, R. S. de; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. Biologia e manejo de plantas daninhas. **Curitiba, Brasil: Omnipax**, 2011.
- OLIVEIRA, Rone Batista de. Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas. 2011 121 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2011.

- PIRES, N. M.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; CARDOSO, A. A.; OLIVEIRA, V. R. Quantificação dos herbicidas glyphosate e sulfosate na água após simulação de chuva. **Planta Daninha**, v. 18, p. 491-499, 2000.
- PITELLI, R. A. Competição e manejo em culturas anuais. **A Granja, Porto Alegre**, v. 37, n. 399, p. 11, 1981.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F.S. de. **Guia de herbicidas**. 5. Ed. Londrina, 2005. 592p.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de. **Guia de herbicidas**. 7ª. Ed. Londrina, 2018. 764p.
- ROMAN, E. S. Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação. Berthier, 2007.
- SALGADO, T. P. ALVES, P. L. C. A. MATTOS, E. D. MARTINS, J. F. HERNANDEZ, D. D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). **Planta daninha**, v. 20, p. 373-379, 2002.
- SANTOS, Douglas Queiroz. Potencial herbicida e caracterização química do extrato metanólico da raiz e caule do *Cenchrus echinatus* (Timbete). 2007. 103f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, 2007.
- SAUSEN, D.; MARQUES, L. P.; DOS SANTOS SILVA, E.; CANDIDO, D. Biotecnologia aplicada ao manejo de plantas daninhas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 23150-23169, 2020.
- SCHULTZ, A. R. Estudo Prático Geral. 3.a edição. Porto alegre, RS. Globo, 1968. P. 83-94.
- SENSEMAN, S. A. (Ed.). **Herbicide Handbook**. 9ª ed. Lawrence, EUA: Weed Science Society of America, 2007. 458p.
- SHAW, W. C. Integrated weed management systems technology for pest management. **Weed science**, v. 30, n. S1, p. 2-12, 1982.
- SHERRICK, S. L.; HOLT, H. A.; HESS, F. D. Effects of adjuvants and environment during plant development on glyphosate absorption and translocation in field bindweed (*Convolvulus arvensis*). **Weed Science**, v. 34, n. 6, p. 811-816, 1986.
- SILVA, L. M.; REIS, E. M. B.; DOS SANTOS, B. R. C.; PINEDO, L. A.; MONTAGNER, A. E. A. D.; DOS SANTOS ARÉVALO, B. R.; MAIA, G. F. N. Controle químico de plantas daninhas com diferentes dosagens de herbicida a base de fluroxipir+ picloram. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, 2022.
- SILVEIRA, H. M. da; LANGARO, A. C.; DE LA CRUZ, R. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A. da. Glyphosate efficacy on sourgrass biotypes with suspected resistance collected on GR-crop fields. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 40, n. 1, p. 69-74, 2018.
- SOUZA, Guilherme Sasso Ferreira de. Intervalos de chuva na eficiência de herbicidas aplicados em pós-emergência. 2011. 82f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011.

SYMONDS, B. L.; THOMSON, N. R.; LINDSAY, C. L.; KHUTORYANSKIY V. V. Rainfastness of poly (vinyl alcohol) deposits on *Vicia faba* leaf surfaces: from laboratory-scale washing to simulated rain. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 8, n. 22, p. 14220-14230, 2016.

TAKANO, H. K.; OVEJERO R. F. L.; BELCHIOR, G. G.; MAYMONE, G. P. L.; DAYAN, F. E.; ACCase-inhibiting herbicides: mechanism of action, resistance evolution and stewardship. **Scientia Agricola**, v. 78, 2020.

THACKER, J. Richard M.; YOUNG, Roderick D. F. The effects of six adjuvants on the rainfastness of chlorpyrifos formulated as an emulsifiable concentrate. **Pesticide Science**, v. 55, n. 2, p. 198-200, 1999.

THEODORO, José Gabriel Castilho. Efeito de rainfastness nas misturas de herbicidas auxínicos com glyphosate aplicados em plantas com dois estádios diferentes de desenvolvimento. 2020 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, PR, 2020.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G. J. Eficácia de Glyphosate em plantas de cobertura. **Plantas Daninhas**, Viçosa-MG, v.24, n.3, p.475-480, 2006.

TROPALDI, L.; ARALDI, R.; DE BRITO, L. P. F. S.; DE FREITAS, L. P.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D. Herbicidas inibidores do fotossistema II em pré-emergência no controle de espécies de capim-colchão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 1, p. 30-37, 2017.

TYAGI, V. C.; WASNIK, V. K.; CHOUDHARY, M.; HALLI, H. M.; CHANDER, S. Weed management in Berseem (*Trifolium alexandrium* L.): a review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 05, p. 1929-1938, 2018.

VATS, S. Herbicides: history, classification and genetic manipulation of plants for herbicide resistance. **Sustainable agriculture reviews**, p. 153-192, 2015.

VIDAL, R. A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. RA Vidal, 1997.

WANDSCHEER, ACD et al. Capacidade competitiva do milho em relação ao capim-sudão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, pág. 129-141, 2014.

ZABLOTOWICZ, R. M.; REDDY, K. N. Impact of glyphosate on the *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis with glyphosate-resistant transgenic soybean: a minireview. **Journal of Environmental Quality**, v. 33, n. 3, p. 825-831, 2004.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JR, R. S.; KREMER, R. J.; CONSTANTIN, J.; YAMADA, T.; CASTRO, C.; OLIVEIRA JR, A. Effect of glyphosate on symbiotic N₂ fixation and nickel concentration in glyphosate-resistant soybeans. **Applied Soil Ecology**, v. 44, n. 2, p. 176-180, 2010.