

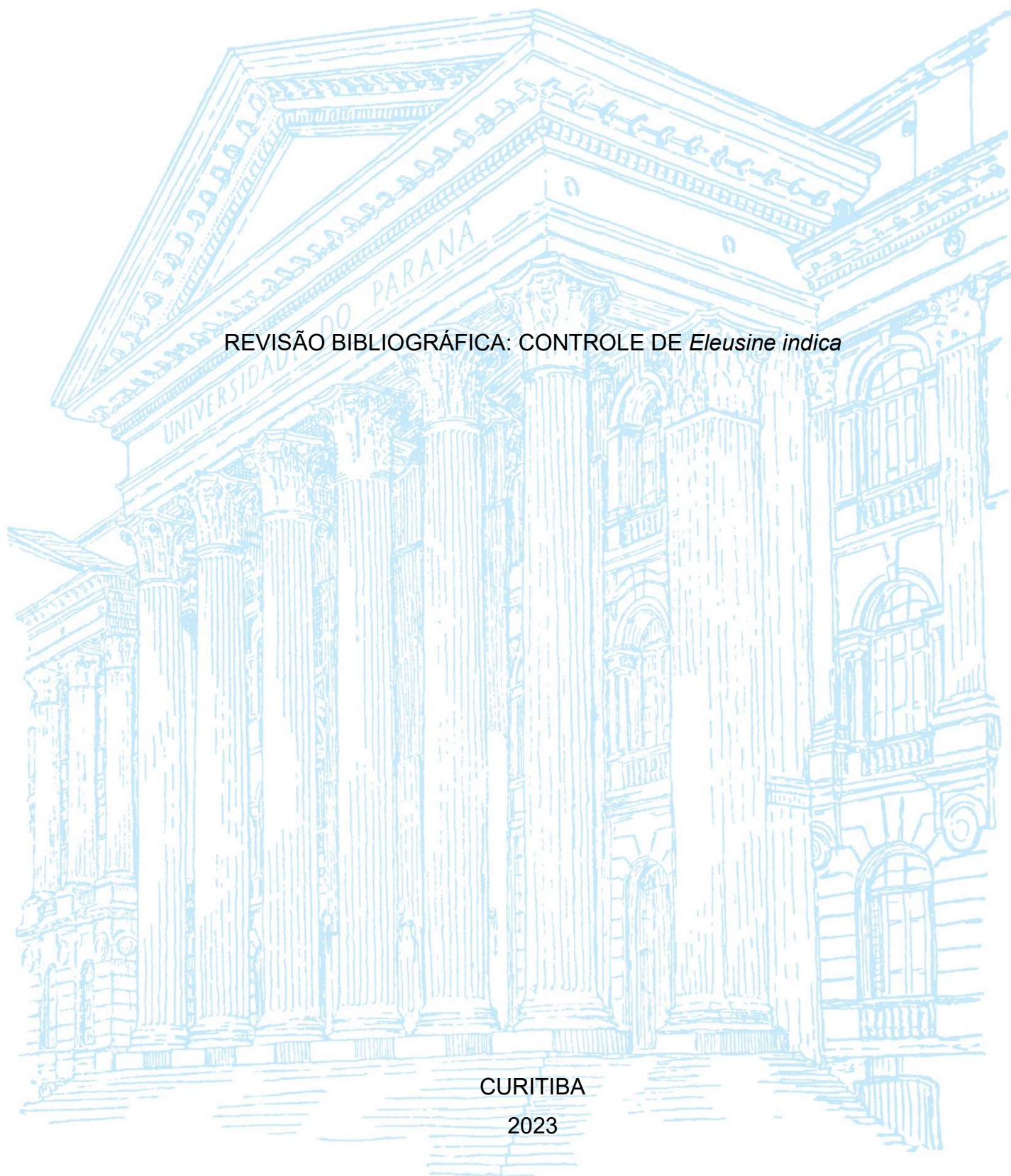
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LEONARDO PICCOLI METZDORF

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: CONTROLE DE *Eleusine indica*

CURITIBA

2023



LEONARDO PICCOLI METZDORF

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: CONTROLE DE *Eleusine indica*

TCC apresentada ao curso de Pós-Graduação em Latu sensu em Fitossanidade, Setor de Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Arthur Arrobas Barroso e Eduardo Roncatto

Coorientador(a): Prof(a). Dr(a). Henrique da Silva Silveira Duarte

CURITIBA

2023

Dedico este trabalho a minha família, aos professores, e ao corpo docente que auxiliou no desenvolvimento e idealização deste trabalho. Méritos ao orientador que incansavelmente colocando-se a disposição para auxiliar no desenvolvimento do presente trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de modo especial à minha família pelo apoio incondicional, ao corpo docente da Universidade Federal do Paraná - UFPR, pelos membros do PECCA que se fizeram presentes no decorrer do período da Pós-graduação.

Deixo aqui também meu agradecimento ao Professor Arthur Arrobas Barosso e ao Doutorando Eduardo Roncatto que acompanharam o desenvolvimento do trabalho, e ao Professor Henrique da Silva Silveira Duarte, coordenador do programa de Pós-graduação em Fitossanidade.

resumo

A planta *Eleusine indica* está presente em maior parte do território mundial, sendo originária de regiões do continente asiático, e depois disseminando-se por todos os continentes. O presente trabalho aborda as produções científicas mais atuais que tratam da praga, haja vista, que anteriormente foram feitos muitos relatos de resistências a diversos ingredientes ativos, sendo mais comum os Herbicidas do Grupo Químico dos Inibidores de EPSPS. Pode-se observar relatos de plantas com resistências múltiplas, em várias áreas agricultáveis e em todas as partes do mundo. A praga afeta todas as culturas na qual está instalada, ocasionando perdas de produtividade e aumento no uso de herbicidas para controle, onerando o custo dos cultivos e ocasionando perdas de quantitativas. O uso de plantas resistentes a herbicidas tem sido amplamente utilizado para auxiliar no programa de manejo, sendo mais comum plantas resistentes ao Ingrediente Ativo Glifosato, no qual também possuem muitos relatos de resistência de *E. indica*, porém, causam perdas na degradação do herbicida na planta, também ocasionando perdas em produtividade e ou estatura de planta. A planta daninha possui diferentes sítios nos quais ocorreram mutações e a tornaram resistentes a/aos herbicidas, o trabalho destaca alguns autores que identificaram os sítios e a partir disto é possível inferir estratégias para o controle auxiliar na redução da população de indivíduos resistentes.

Palavras-chave: *Eleusine indica*. Resistencia. Controle Químico.

ABSTRACT

The *Eleusine indica* plant is present in most parts of the world, originating in regions of the Asian continent, and later spreading across all continents. The present work addresses the most current scientific productions dealing with the pest, given that many reports of resistance to various active ingredients have previously been made, the most common being Herbicides from the EPSPS Inhibitors Chemical Group. Reports of plants with multiple resistances can be seen in various arable areas and in all parts of the world. The pest affects all crops in which it is installed, causing productivity losses and an increase in the use of herbicides for control, increasing the cost of crops and causing quantitative losses. The use of herbicide-resistant plants has been widely used to assist in the management program, with plants resistant to the Active Ingredient Glyphosate being most common, in which there are also many reports of *E. indica* resistance, however, they cause losses in the degradation of the herbicide in the plant, also causing losses in productivity and/or plant height. The weed plant has different sites in which mutations occurred and made it resistant to herbicides. The work highlights some authors who identified the sites and from this it is possible to infer strategies for control to help reduce the population of resistant individuals.

Keywords: *Eleusine indica*. Resistance. Chemical control.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA	16
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo geral	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 METODOLOGIA.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 RESISTENCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS	19
2.2 MULTIPLE HERBICIDE RESISTANCE IN <i>ELEUSINE INDICA</i> FROM SUGARCANE FIELDS IN CHINA (LI, <i>ET AL.</i> 2022)	19
2.3 MANAGEMENT OF <i>ELEUSINE INDICA</i> (L.) GAERTN RESISTANCE TO GLYPHOSATE HERBICIDE IN INDONESIA (KURNIADIE, <i>ET AL.</i> 2023).....	20
2.4 CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (<i>ELEUSINE INDICA</i>) RESISTENTE A MÚLTIPLOS MODOS DE AÇÃO DE HERBICIDAS NO BRASIL (ARAUJO, <i>ET AL.</i> 2023)	21
2.5 A NATURALLY EVOLVED MUTATION (SER59GLY) IN GLUTAMINE SYNTHETASE CONFERS GLUFOSINATE RESISTANCE IN PLANTS (ZHANG, <i>ET</i> <i>AL.</i> 2023).....	22
2.6 SUBTELOMERIC 5-ENOLPYRUVYLSHIKIMATE-3-PHOSPHATE SYNTHASE COPY NUMBER VARIATION CONFERS GLYPHOSATE RESISTANCE IN <i>ELEUSINE INDICA</i> (ZHANG, <i>ET AL.</i> 2023).....	23
2.7 MULTIPLE RESISTANCE MECHANISMS INVOLVED IN GLYPHOSATE RESISTANCE IN <i>ELEUSINE INDICA</i> (DENG, <i>ET AL.</i> 2023).....	24
2.8 THE RESISTANCE LEVELS AND TARGET-SITE BASED RESISTANCE MECHANISMS TO GLYPHOSATE IN <i>ELEUSINE INDICA</i> FROM CHINA (LI, <i>ET AL.</i> 2022). 24	
2.9 ESTABLISHMENT OF AN EFFICIENT AGROBACTERIUM-MEDIATED GENETIC TRANSFORMATION SYSTEM TO ENHANCE THE TOLERANCE OF THE PARAQUAT STRESS IN ENGINEERING GOOSEGRASS (<i>ELEUSINE INDICA</i> L.) 25	
2.10 <i>ELEUSINE INDICA</i> CYTOCHROME P450 AND GLUTATHIONE S- TRANSFERASE ARE LINKED TO HIGH-LEVEL RESISTANCE TO GLUFOSINATE	

2.11 EFFECTS OF <i>PHOMA HERBARUM</i> AS A BIOLOGICAL CONTROL AGENT OF GLYPHOSATE RESISTANT <i>ELEUSINE INDICA</i> (RUSLI, <i>ET AL.</i> 2022).....	27
2.12 GENE AMPLIFICATION OF EPSPS WITH A MUTATION IN CONSERVED REGION: THE EVOLVED GLYPHOSATE RESISTANCE MECHANISM IN <i>ELEUSINE INDICA</i> (CHEN, <i>ET AL.</i> 2023).....	27
2.13 CONTROL OF PERVASIVE ROW CROP WEEDS WITH DICAMBA AND GLUFOSINATE APPLIED ALONE, MIXED, OR SEQUENTIALLY (EVERMAN, <i>ET AL.</i> 2023).....	28
2.14 EFFECTS OF BIOLOGICAL NITROGEN METABOLISM ON GLUFOSINATE-SUSCEPTIBLE AND -RESISTANT GOOSEGRASS (<i>ELEUSINE INDICA</i> L.).....	29
2.15 MODELING WEED COMMUNITY DIVERSITY BASED ON SPECIES POPULATION DENSITY DYNAMICS AND HERBICIDE USE INTENSITY.....	30
2.16 DYNAMICS OF 2,4-D AND DICAMBA APPLIED TO CORN STRAW AND THEIR RESIDUAL ACTION IN WEEDS	31
2.17 SYNTHESIS OF NOVEL PYRIMIDINYLSELENIUM COMPOUNDS AS ACETOLACTATE SYNTHASE-INHIBITING HERBICIDES.....	32
3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	33
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
4.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	35
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

Eleusine indica Gaertn (capim capim-pé-de-galinha) é originada da Ásia foi disseminada em todas as regiões tropicais, subtropicais e temperadas do mundo, com maior frequência entre os trópicos de câncer e capricórnio (Kissmann & Groth, 1992). Nas condições de solo compactado, com baixa fertilidade e elevada acidez, a praga possui vantagem competitiva em relação às demais espécies. Possui taxa de germinação das sementes inferior a 10% quando colocadas sob temperaturas constantes entre 20 e 35 °C, enquanto se eleva para 99% em condições de oscilação térmica. É uma planta C4, sendo que em condições de alta luminosidade estimula o crescimento e favorece hábito de crescimento do tipo prostrado, em condições de sombreamento origina, indivíduos de hábito ereto e com baixo porte, são diplóides ($x=9$), autógamas e produzem elevada quantidade de sementes, que são disseminadas pelo vento (Kissmann & Groth, 1992).

Uma única planta pode produzir até 120.000 sementes, dos 38 aos 108 dias após a emergência de forma contínua, com crescimento inicial mais lento seguido de rápido crescimento. Quanto ao hábito de crescimento das plantas, este é cespitoso, ereto, formando touceiras (Kissmann e Groth, 1997).

Conforme evidenciado por Osuna, *et al.* (2012), ocorreu uma na mutação no sítio alvo que é o responsável pelo mecanismo de resistência aos herbicidas do gênero ACCase. O autor destaca também 6 aminoácidos que podem ser responsáveis pelos mecanismos envolvidos na resistência cruzada da praga aos inibidores de ACCase, e diferentes graus de sensibilidade.

1.1 JUSTIFICATIVA

O controle de *Eleusine indica*, tem se tornado cada vez mais difícil devido a resistência aos herbicidas, aumentando assim o volume de aplicações e quantidade de produto utilizado. Diante do exposto faz-se necessário levantar informações sobre a eficiência ingredientes ativos presentes no mercado para o controle da praga.

1.2 OBJETIVOS

Buscar trabalhos científicos que evidenciam soluções para o controle da *Eleusine indica*, e manejo de resistência da praga, visando a preservação das moléculas de herbicidas disponíveis no mercado.

1.2.1 Objetivo geral

Buscar estratégias economicamente viáveis para controle da *Eleusine indica* e manejo de resistência nas diversas regiões do Brasil.

1.2.2 Objetivos específicos

Discutir os principais aspectos relacionados à resistência de plantas daninhas aos herbicidas e expor as principais práticas alternativas

Descrever a performance dos ingredientes ativos herbicidas no controle de *Eleusine indica*.

Identificar os grupos químicos que apresentaram maior eficiência em campo.

Identificar as regiões que possuem maior infestação da praga.

Comparar a eficiência de misturas de ingredientes ativos no controle.

1.3 METODOLOGIA

No presente trabalho, realizou-se um levantamento nas bases de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), e da Web of Science das produções científicas publicadas a partir de estudos realizados no Brasil durante ano de 2022 e 2023, sobre o tema Controle de *Eleusine indica*, para o qual se utilizou uma metodologia descritivo-analítico-reflexiva. Adotou-se para nortear a revisão bibliográfica a questão 'Controle de *Eleusine indica*' levando em consideração as produções científicas do Brasil e do mundo nos anos de 2022 e 2023, sobre os impactos causados por populações com de plantas daninhas com resistências múltiplas a herbicidas nos sistemas produtivos. A definição de estratégia de busca considerou as seguintes expressões: '*Eleusine indica*', associado aos grupos 'Herbicide', 'Resistance'. Todos os termos foram utilizados no idioma inglês. Os critérios de inclusão de estudos foram: (1) que abordavam o tema 'manejo de

plantas daninhas'; (2) estudos realizados no Brasil e no mundo no período de 2022 e 2023; (3) formato de artigo científico; (4) artigos nos idiomas português e inglês; e (5) por último, os artigos que se enquadraram nos critérios anteriores, mas que abordavam, especificamente, manejo de *Eleusine indica*, contemplando 18 produções científicas. Foram excluídas as publicações que: (1) abordavam outro tema que não o de interesse deste trabalho; (2) estudos publicados anteriormente a 2022; (3) estudos no formato de teses, dissertações, vídeos ou livros; e (4) estudos repetidos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 RESISTENCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS

O surgimento de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas tem ocorrido em áreas onde seu uso dos ingredientes ativo é recorrente ou uso de produtos com o mesmo mecanismo de ação. Podem ocorrer biótipos de plantas daninhas com pré-disposição a resistência nas populações, mesmo antes de qualquer exposição aos herbicidas, no entanto, em frequências variáveis e bastante baixas, tem relação com características do genoma. Embora a frequência inicial de plantas daninhas resistentes seja fundamental no desenvolvimento de resistência, sua determinação é muito difícil, pois ela é influenciada por muitos fatores, tais como pressão de seleção, características genéticas da resistência e dinâmica populacional das plantas daninhas (Christoffoleti, *et al.*, 1994).

2.2 MULTIPLE HERBICIDE RESISTANCE IN *ELEUSINE INDICA* FROM SUGARCANE FIELDS IN CHINA (LI, *et al.* 2022)

Segundo LI, *et al.* 2022, que conduziu trabalhos na região de Guangxi Zhuang na China, em canaviais, devido a evolução da resistência das ervas daninhas a herbicidas, levando a evolução da resistência em *Eleusine indica*. Foram submetidas noventa e seis linhagens da praga, que foram coletadas nesta região e sua resposta foi testada a seis herbicidas: glifosato, glufosinato, inibidores de PSII: diuron e atrazina, e inibidores de PSI: paraquat e diquat. Os mecanismos de resistência no local alvo foram examinados em linhagens específicas com resistência e resistência múltipla a três modos de ação do herbicida. Delas, 25 linhagens testadas apresentaram resistência múltipla, 7 linhagens exibiram resistência a três modos de ação do herbicida.

Glifosato, glufosinato, inibidores de PSII diuron e atrazina e inibidores de PSI diquat e paraquat são frequentemente usados em campos de cana-de-açúcar em Guangxi, sul da China, para controlar *Eleusine indica*. Após a aplicação a longo prazo destes herbicidas, tem sido frequentemente observada falha no controle da praga (LI, *et al.* 2022).

A maioria das linhagens de *Eleusine indica* foram suscetíveis ao glifosato com 2.700 g ha⁻¹, e todas as linhagens foram suscetíveis ao glufosinato. A cultura, demanda controle de plantas daninhas por um longo período, dentre as diversas pragas, *Eleusine indica* desenvolveu resistência ao glifosato, paraquat, diquat, atrazina e diuron (LI, *et al.* 2022).

2.3 MANAGEMENT OF *ELEUSINE INDICA* (L.) GAERTN RESISTANCE TO GLYPHOSATE HERBICIDE IN INDONESIA (KURNIADIE, *et al.* 2023)

Segundo o autor, a praga *Eleusine indica* (L.) Gaertn, comumente conhecida como capim-ganso ou capim-arame, é frequente nas plantações de dendezeiros da Indonésia, para eliminar ervas daninhas e outras plantas indesejáveis, é muito utilizado o ingrediente ativo Glifosato. No entanto, a rotação inadequada entre herbicidas levou ao surgimento de ervas daninhas resistentes. O trabalho buscou evidenciar a resistência de *Eleusine indica* ao glifosato, investigar mutações no gene EPSPS do biótipo resistente e determinar o tipo de herbicida que pode controlar biótipos da praga resistentes ao glifosato. Os biótipos suscetíveis e resistentes de sementes de foram coletados no cultivo de dendê, após a colheita as sementes foram limpas e secas ao sol durante uma semana para minimizar a umidade e melhorar a maturação, incluindo cinco biótipos resistentes ao glifosato que passaram no teste de triagem de resistência e um biótipo que se mostrou suscetível ao glifosato (KURNIADIE, *et al.* 2023).

O autor utilizou o método de teste de vaso inteiro para medir o nível de resistência, enquanto o sequenciamento de DNA foi realizado pelo método PCR em todas as amostras para identificar mutações no gene EPSPS do biótipo resistente. Os resultados do estudo mostraram que todos os biótipos de *Eleusine indica* foram identificados como resistentes ao glifosato, mas suscetíveis aos herbicidas propaquizafop, ametryn e sulfentrazone. Alguns biótipos, foram identificados como tendo múltiplas resistências, glifosato, paraquat e glufosinato de amônio. Os resultados deste estudo mostraram que *Eleusine indica* era resistente ao paraquat e ao glufosinato de amônio; mais pesquisas são necessárias para determinar o mecanismo (KURNIADIE, *et al.* 2023).

O estudo mostrou que alguns genótipos de ervas daninhas possuíam um baixo nível de resistência ao herbicida glifosato. *Eleusine indica* originária de Lampung

e Riau também apresentou resistência ao paraquat, enquanto *Eleusine indica* do norte de Sumatra foi resistente aos herbicidas paraquat e glufosinato de amônio. As doses mais baixas de herbicidas inibidores de ACCase (propaquizafof), inibidores do fotossistema II (PSII) (ametryn) e inibidores da protoporfirinogênio oxidase (PPO) (sulfentrazone) controlaram eficientemente os biótipos resistentes de *Eleusine indica*. Isto indica uma alta suscetibilidade dos biótipos resistentes de *Eleusine indica* a estes três herbicidas (KURNIADIE, *et al.* 2023).

O maior índice de resistência na resposta de *Eleusine indica* ao glifosato foi de 5,6, indicando que foi necessária uma dose de herbicida 5,6 vezes maior que a necessária para controlar *Eleusine indica* suscetível para controlar o biótipo resistente. Da mesma forma, os maiores índices de resistência na resposta de *Eleusine indica* ao paraquat e ao glufosinato de amônio foram 19,0 e 2,4, respectivamente. Cada biótipo apresentou resposta distinta à aplicação do herbicida glifosato (KURNIADIE, *et al.* 2023).

Eleusine indica originária de Lampung, Belitung, West Kalimantan, North Sumatra e Riau foram identificadas como resistentes ao glifosato. A sequência do gene EPSPS de biótipos resistentes a *Eleusine indica* sofreu substituições de aminoácidos de Thr102Iso e pro106Ser, o que resultou em resistência ao glifosato. No biótipo de *Eleusine indica* do Norte de Sumatra, foi encontrada resistência ao glifosato, ao paraquat e ao glufosinato de amônio. Segundo KURNIADIE, *et al.* 2023 os indivíduos resistentes ao glifosato podem ser controlados pelos herbicidas propaquizafof (inibidor da ACCase), ametryn (inibidor do fotossistema II) e sulfentrazone (inibidor da protoporfirinogênio oxidase).

2.4 CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (*ELEUSINE INDICA*) RESISTENTE A MÚLTIPLOS MODOS DE AÇÃO DE HERBICIDAS NO BRASIL (ARAUJO, *et al.* 2023)

O autor desenvolveu estudos com base em uma população de *Eleusine indica* da região sul do Estado do Mato Grosso, com resistência a múltiplos modos de ação de herbicidas Inibidor EPSPS e ACCase. Teve como objetivo identificar possíveis mecanismos de resistência associados ou não aos locais de ação dos herbicidas. Os experimentos e análises foram conduzidos e os resultados obtidos permitiram concluir que: a mutação Asp-2078-Gly conferiu resistência aos inibidores de ACCase, sem superexpressão de ACCase ou alterações na absorção e translocação do herbicida;

a superexpressão de mutações EPSPS, Thr-102 e Pro-106 e alterações na absorção e translocação não estão envolvidas na resistência de *Eleusine indica* ao glifosato; o metabolismo do glifosato em plantas resistentes de *Eleusine indica* necessita de mais estudos para elucidar o destino final deste herbicida nessas plantas (ARAUJO, et al. 2023).

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que a população de *Eleusine indica* de Primavera do Leste, MT, Brasil, apresentou um mecanismo NTSR que confere resistência ao glifosato (ARAUJO, et al. 2023).

O mecanismo de resistência dos biótipos de *Eleusine indica* aos herbicidas inibidores de ACCase foi evidenciado: envolvendo uma mudança no local de ação. O mecanismo que confere a resistência aos inibidores de EPSPS não foi conclusivo, no estudo, indicando que algumas hipóteses, principalmente as relativas ao metabolismo do glifosato em plantas resistentes, necessitando de maiores pesquisas e trabalhos (ARAUJO, et al. 2023).

2.5 A NATURALLY EVOLVED MUTATION (SER59GLY) IN GLUTAMINE SYNTHETASE CONFERS GLUFOSINATE RESISTANCE IN PLANTS (ZHANG, et al. 2023)

O glufosinato é um herbicida amplamente utilizado, com amplo espectro de controle a diversas espécies de plantas daninhas. O presente estudo traz a evolução da resistência ao glufosinato em genótipos de *Eleusine indica*. As sementes de *Eleusine indica* foram coletadas de 18 populações de campo da província de Guangdong, sul da China, bem como de uma população susceptível ao glufosinato. As mudas foram cultivadas ao ar livre em vasos contendo solo de campo, no estágio de quatro a cinco folhas, as mudas, contendo 40 mudas por população, sendo tratadas com glufosinato na dose de 990 g.ha⁻¹ (ZHANG, et al. 2023).

A sobrevivência das plantas foi determinada 3 semanas após o tratamento e a experiência, sendo repetida. Uma nova mutação pontual resultando numa substituição, foi identificada em plantas resistentes ao glufosinato, as plântulas de arroz transformadas com o gene mutante EiGS1-1 também apresentaram resistência ao glufosinato. Alguns genótipos da mesma mutação Ser59Gly também foram encontradas em populações resistentes ao glufosinato geograficamente isoladas da Malásia e da China, sugerindo uma evolução paralela desta mutação de resistência.

Como resultado o trabalho trouxe, a evolução paralela da mutação GS1 Ser59Gly foi revelada em populações resistentes ao glufosinato da Malásia e da China em *Eleusine indica*, entretanto, não foram evidenciadas resistência a outros mecanismos de ação, como os inibidores de EPSPS e ACCase. A pressão de seleção contínua e crescente devido ao uso crescente de glufosinato, podendo surgir novas mutações na praga (ZHANG, *et al.* 2023).

2.6 SUBTELOMERIC 5-ENOLPYRUVYLSHIKIMATE-3-PHOSPHATE SYNTHASE COPY NUMBER VARIATION CONFERS GLYPHOSATE RESISTANCE IN *Eleusine indica* (ZHANG, ET AL. 2023).

A resistência ao herbicida amplamente utilizado, o glifosato, evoluiu no local alvo em muitas espécies de plantas daninhas, especialmente em algumas espécies de plantas daninhas, como, *Eleusine indica* que é o alvo de estudo pelo autor. Para estudar a resistência do capim-pé-de-galinha, foram usados genomas de referência de alta qualidade para linhagens de capim-pé-de-galinha suscetíveis e resistentes ao glifosato e montagens finas da duplicação do gene do local alvo do glifosato 5-enolpiruvilshikimato-3- fosfato sintase (EPPS) (ZHANG, *et al.* 2023).

Os objetivos da pesquisa eram investigar os rearranjos e mecanismos genômicos que perpetraram a duplicação do gene EPSPS e, portanto, a tornaram resistentes ao glifosato. Evidenciou-se que o EPSPS, o gene dos indivíduos resistentes foi fundido com outra parte do genoma, inserido em uma ou mais regiões subteloméricas do genoma e duplicado em média 25 vezes. A hipótese é que após a translocação e fusão inicial, a duplicação de EPSPS continuou através do cruzamento desigual dos subtelômeros no cromossomo três e potencialmente em outros cromossomos, facilitado pela alta frequência de recombinação e similaridade das sequências subteloméricas nas extremidades distais dos cromossomos. O trabalho acrescenta rearranjos subteloméricos à lista de mecanismos pelos quais são gerados mecanismos que causam resistência a herbicidas, bem como à informação relativamente limitada que temos sobre a importância dos subtelômeros como geradores de variação genética e hotspots para a evolução adaptativa (ZHANG, *et al.* 2023).

Esta descoberta aumenta o conhecimento limitado da importância dos sub telômeros como geradores de variação genética e fornece outro exemplo único para a evolução da resistência a herbicidas (ZHANG, *et al.* 2023).

2.7 MULTIPLE RESISTANCE MECHANISMS INVOLVED IN GLYPHOSATE RESISTANCE IN *Eleusine indica* (DENG, *et al.* 2023).

O estudo foi conduzido com um biótipo suscetível (S) e cinco supostos resistentes ao glifosato de *Eleusine indica* foram selecionados para definir seus níveis de resistência e os potenciais mecanismos de resistência. Com base nos ensaios, os biótipos R3 e R5 apresentaram um nível baixo (2,4 a 3,5 vezes) de resistência ao glifosato, e os biótipos R1, R2 e R4 exibiram um nível moderado a alto (8,6 a 19,2 vezes) resistência, em comparação com o biótipo S (DENG, *et al.* 2023).

No estudo, foram estabelecidos os diferentes níveis de resistência ao glifosato nos cinco biótipos resistentes de *Eleusine indica*. O baixo ou alto nível de resistência ao glifosato foi causado pelos mecanismos de resistência específicos. Normalmente, o biótipo R3 com uma única mutação Pro106Ala que conferiu apenas 3,5 vezes de resistência ao glifosato, e o R4 que possui as mutações TIPS foi 14,2 vezes resistente ao glifosato. A resistência de alto nível atribuída às mutações duplas foi demonstrada em *Eleusine indica* e outras ervas daninhas. Além disso, a superexpressão de EPSPS foi encontrada em R1, R2 e R5, enquanto a resistência ao glifosato em R1 e R2 foi maior que a de R5. O autor infere que o acúmulo de diferentes mecanismos de resistência é um fenômeno comum com o uso intensivo e persistente de herbicidas (DENG, *et al.* 2023).

2.8 THE RESISTANCE LEVELS AND TARGET-SITE BASED RESISTANCE MECHANISMS TO GLYPHOSATE IN *ELEUSINE INDICA* FROM CHINA (LI, *et al.* 2022).

O usou-se de genótipos de *Eleusine indica* de importantes áreas de produção de Arroz e Maça na China, onde o glifosato tem sido usado largamente para o controle de ervas daninhas, há varios anos. Foram investigados os níveis de resistência e os mecanismos de resistência baseados no local alvo ao glifosato em populações de indivíduos que foram coletadas nestas áreas (LI, *et al.* 2022).

Inicialmente, um total de 35 de 50 populações da praga desenvolveram resistência ao glifosato com índice de resistência, portanto 70% da população amostrada possui resistência ao Glifosato. Os genótipos resistentes ao glifosato acumularam menos ácido chiquímico do que as populações suscetíveis ao glifosato, quando tratadas com 1,0 mg/L, 10 mg/L ou 100 mg/L de glifosato. Não houveram mutações em Thr102 e Pro106 na 5-enolpiruvato shiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), que conferiu resistência ao glifosato em *Eleusine indica* e outras espécies de ervas daninhas. Em contraste, o nível de expressão do gene EPSPS foi altamente correlacionado com a resistência ao glifosato em *Eleusine indica* com um coeficiente de determinação de 0,88, indicando que a resistência ao glifosato nas populações acima mencionadas, foram causadas principalmente pela superexpressão de EPSPS, e não pela mutação de aminoácidos em EPSPS (LI, *et al.* 2022).

Como destacado por LI, *et al.* 2022, as ervas daninhas de *Eleusine indica*, *C. canadensis*, *Digitaria sanguinalis*, *Amaranthus retroflexus* e *Alternanthera philoxeroides* na China desenvolveram resistência ao glifosato devido ao uso intensivo de glifosato. O trabalho indicou que entre as regiões os níveis de resistência podem chegar até 80% das plantas de *Eleusine indica*, são resistentes ao Glifosato. Além disso, os agricultores em regiões específicas começaram a parar de usar o glifosato para controlar ervas daninhas em pomares de maçã nos últimos anos, porque as macieiras podem sofrer com a absorção do glifosato pelas raízes expostas.

Portanto, o acúmulo de shiquimato é um indicador importante para saber se as espécies de ervas daninhas são sensíveis ao glifosato, obviamente, quanto maior o nível de resistência ao glifosato, menos ácido chiquímico se acumulou indicando que estas populações provavelmente continham um ou mais mecanismos de resistencia, tais como mutação genética, sobre-expressão ou amplificação, que é um mecanismo comum que confere resistência ao glifosato, e não pode ser excluída (LI, *et al.* 2022).

2.9 ESTABLISHMENT OF AN EFFICIENT AGROBACTERIUM-MEDIATED GENETIC TRANSFORMATION SYSTEM TO ENHANCE THE TOLERANCE OF THE PARAQUAT STRESS IN ENGINEERING GOOSEGRASS (*ELEUSINE INDICA* L.)

Eleusine indica possui muitos relatos de biótipos de tolerância/resistência a múltiplos herbicidas. O presente estudo propõe um método bem-sucedido de

transformação mediado por *Agrobacterium* para capim pé de galinha. Primeiramente, otimizou-se as condições para quebrar a dormência das sementes e aumentar a taxa germinação das sementes. Em seguida, a eficiência de transformação ideal do gene foi obtida por infecção com cultura de *Agrobacterium tumefaciens*, seguida por 3 dias. Usando esse método de transformação, super expressou o gene *EiKCS* resistente ao paraquat, em um biótipo antes suscetível ao paraquat MZ04 e confirmando a herança estável da resistência ao paraquat nas linhagens transgênicas da praga (LUO, *et al.* 2023).

O autor pode fornecer um mecanismo potencial para a evolução do capim-pé-de-galinha resistente ao paraquat e um gene promissor para a manipulação de plantas resistentes ao herbicida (LUO, *et al.* 2023).

2.10 *ELEUSINE INDICA* CYTOCHROME P450 AND GLUTATHIONE S-TRANSFERASE ARE LINKED TO HIGH-LEVEL RESISTANCE TO GLUFOSINATE

Eleusine indica tornou-se uma erva daninha de muita importancia global e desenvolveu resistência ao glufosinato. O envolvimento da resistência no local-alvo na resistência ao glufosinato em *Eleusine indica* foi elucidado, enquanto o papel da resistência no local não-alvo permanece obscuro. O autor, identificou uma população resistente ao glufosinato que é altamente resistente ao glufosinato, com um índice de resistência de 13,5 vezes (HE, *et al.* 2023).

A análise molecular indicou que o mecanismo de resistência desta população não envolve resistência no local não-alvo. Além disso, o pré-tratamento com dois inibidores de enzimas metabólicas, aumentou a sensibilidade da população resistente ao glufosinato. Os resultados do subsequente sequenciamento de RNA e PCR quantitativo em tempo real, sugeriram que a super expressão constitutiva de um gene GST (GSTU3) e três genes que podem desempenhar um papel importante no glufosinato resistência. O autor buscou trazer novas formas de avaliar o local de resistência dos genótipos sobre o mecanismo de resistência de *Eleusine indica* (HE, *et al.* 2023).

2.11 EFFECTS OF *Phoma herbarum* AS A BIOLOGICAL CONTROL AGENT OF GLYPHOSATE RESISTANT *Eleusine indica* (RUSLI, *et al.* 2022)

O presente estudo investigou o uso potencial de *Phoma herbarum* como agente de controle biológico de *Eleusine indica* resistente ao glifosato. Os experimentos conduzidos em viveiro e em campo mostraram que a aplicação de suspensão de 106 conídios de *P. herbarum* demonstrou atividade biofungicida, em que 91,7% das *Eleusine indica* tratadas morreram, enquanto em experimentos de campo a taxa de mortalidade foi registrada em 80%. O efeito de *P. herbarum* foi perceptível aos 14 dias após o tratamento e continuou a aumentar aos 21 e 28 dias após a aplicação (RUSLI, *et al.* 2022).

Este estudo também investigou os efeitos diretos de alguns herbicidas comuns usados para controlar *Eleusine indica* em plantações de Palmeiras. O estudo constatou que o *P. herbarum* era compatível com o herbicida diuron e foi capaz de causar 80% de mortalidade para *Eleusine indica* quando o diuron foi aplicado com força total. A mortalidade percentual de *Eleusine indica* aumentou para 91,67% quando foi aplicada metade da concentração de diuron. Assim, este estudo teve como objetivo relatar a eficácia de *P. herbarum* como potencial agente de controle biológico contra *Eleusine indica* resistente e compatível com o herbicida diuron (RUSLI, *et al.* 2022).

2.12 GENE AMPLIFICATION OF EPSPS WITH A MUTATION IN CONSERVED REGION: THE EVOLVED GLYPHOSATE RESISTANCE MECHANISM IN *Eleusine indica* (CHEN, *et al.* 2023).

Eleusine indica é uma das ervas daninhas mais frequentes do mundo, o glifosato, um herbicida pós-emergente não seletivo e de amplo espectro, inevitavelmente induziu resistência severa nesta erva daninha devido ao seu uso intensivo. O objetivo teve como alvo investigar os níveis de resistência e potenciais mecanismos de resistência de duas populações de capim-pé-de-galinha coletadas em pomares (CHEN, *et al.* 2023).

Os resultados mostraram que uma única alteração de nucleotídeo levou a uma mutação e na outra população teve uma substituição de aminoácidos. A

expressão de EPSPS em ambas as populações foi 2,6 vezes maior que a da população susceptível, a amplificação de EPSPS com uma mutação P106L, resultando na superprodução desta proteína EPSPS mutada, que conferiu resistência moderada ao glifosato. Neste estudo, o acúmulo de chiquimato na população susceptível foi mais de 11,3 vezes maior que o das populações resistentes, que apresentaram valores de 3,8 e 1,9, indicando a evolução da resistência (CHEN, *et al.* 2023).

Neste estudo, o autor evidenciou que a mutação e a superexpressão do EPSPS P106L coexistiram no mesmo indivíduo. A ligação reduzida ao glifosato, mas a ligação melhorada ao PEP depende da conformação tridimensional da enzima, bem como da disponibilidade do excesso de proteína EPSPS para combinar com o glifosato para induzir níveis de resistência mais elevados. Mecanismos do local alvo envolvendo mutação e superexpressão P106S foram relatados pela primeira vez em capim-pé-de-galinha. Uma compreensão mais profunda dos alelos de resistência e dos mecanismos de amplificação dentro destas populações de plantas é, portanto, crítica para prever a ocorrência de ervas daninhas e combatê-las de forma eficiente (CHEN, *et al.* 2023).

2.13 CONTROL OF PERVASIVE ROW CROP WEEDS WITH DICAMBA AND GLUFOSINATE APPLIED ALONE, MIXED, OR SEQUENTIALLY (EVERMAN, *et al.* 2023).

Dicamba e glufosinato estão entre os poucos herbicidas pós-emergência eficazes para controlar múltiplas ervas daninhas resistentes a herbicidas na produção de algodão e soja no sudeste dos EUA. Estudos de campo foram conduzidos para determinar o efeito do tamanho das ervas daninhas e da aplicação de dicamba e glufosinato individualmente, misturados ou sequencialmente aplicados em plantas de folhas largas e estreitas. Tratamentos sequenciais com herbicidas foram aplicados 7 dias após o tratamento inicial. O controle de espécies de ervas daninhas de folha larga com aplicações sequenciais de herbicidas não aumentou em comparação com a aplicação inicial de herbicida. Duas aplicações de glufosinato e/ou dicamba+glufosinato controlam as gramíneas melhor do que uma aplicação. A ordem dos herbicidas nas aplicações sequenciais não afetou o controle das espécies de folha

larga, enquanto a ordem dos herbicidas foi importante para o controle de ervas daninhas gramíneas (EVERMAN, *et al.* 2023).

O controle de ervas daninhas foi maior quando o glufosinato foi aplicado antes do dicamba. Dicamba + glufosinato controlaram aditivamente as ervas daninhas, exceto capim-pé-de-galinha, cujo controle foi menor para dicamba + glufosinato em comparação com glufosinato sozinho (EVERMAN, *et al.* 2023).

Os resultados do experimento fornecem evidências de que dicamba e glufosinato aplicados individualmente, misturados e sequencialmente são eficazes em ervas daninhas comuns de culturas em linha encontradas no sudeste dos Estados Unidos, o melhor controle de ervas daninhas é alcançado quando o glufosinato é aplicado antes do dicamba para espécies de gramíneas em comparação com as espécies de folha larga. As ervas daninhas das gramíneas tiveram melhor controle quando duas aplicações de glufosinato (isolado ou misturado com dicamba) foram aplicadas em tratamentos sequenciais com herbicidas. Além disso, os resultados dos experimentos fornecem evidências de que as misturas de dicamba + glufosinato resultam em controle aditivo, com a exceção de que o controle de capim-pé-de-galinha foi antagonizado (EVERMAN, *et al.* 2023).

Em casos alta densidade de indivíduos de capim-pé-de-galinha e de capim-colchão grande no campo, o glufosinato deve ser aplicado inicialmente para melhorar o controle. Segundo o autor, o Dicamba e glufosinato estão entre as poucas opções eficazes de herbicidas pós-emergência para controlar ervas daninhas resistentes a herbicidas em sistemas de produção de algodão e soja no sudeste dos Estados Unidos (EVERMAN, *et al.* 2023).

2.14 EFFECTS OF BIOLOGICAL NITROGEN METABOLISM ON GLUFOSINATE-SUSCEPTIBLE AND -RESISTANT GOOSEGRASS (*Eleusine indica* L.)

Este estudo buscou revelar que o metabolismo do nitrogênio pode ser um local resistência no alvo, fornecendo pistas para finalmente esclarecer o mecanismo de resistência ao glufosinato em populações resistentes de capim-pé-de-galinha. Comparando indivíduos resistentes e susceptíveis, em relação ao estresse do glufosinato apresentou maior resistência com menores teores de amônia, maior atividade da enzima alvo glutamina sintetase e menor atividade de glutamina 2-oxoglutarato aminotransferase. A análise dos dados mostrou que a daninha sob estresse com glufosinato após 36 h mostrou que o metabolismo do nitrogênio foi

enriquecido em capim-pé-de-galinha suscetível ao glufosinato, mas não em capim-pé-de-galinha resistente ao glufosinato (LUO, *et al.* 2023).

Vários genes alvo supostos envolvidos em contramedidas de estresse com glufosinato foram identificados. O autor infere que a via do metabolismo do nitrogênio que influencia o capim-pé-de-galinha resistente ao glufosinato em resposta ao estresse (LUO, *et al.* 2023).

2.15 MODELING WEED COMMUNITY DIVERSITY BASED ON SPECIES POPULATION DENSITY DYNAMICS AND HERBICIDE USE INTENSITY

O trabalho teve o objetivo de modelar a dinâmica populacional de espécies de ervas daninhas sob diferentes programas de herbicidas na cultura do Algodão, no estado de North Caroline, EUA. Os valores foram obtidos a partir de um experimento de campo de oito anos e foram usados para parametrizar os modelos para cada espécie de erva daninha (OREJA, *et al.* 2022).

Os programas com mais mecanismos de ação e o uso de herbicidas pré-emergentes e pós-emergentes tiveram uma probabilidade ligeiramente maior de reduzir o número de espécies de ervas daninhas do que os programas com um único ou apenas alguns herbicidas. A diversidade do sistema diminuiu abruptamente causada pela alta taxa de crescimento populacional de *A. palmeri* resistente ao glifosato, enquanto o resto das espécies exibiu taxas de crescimento muito mais baixas ao longo do período simulado devido à sua suscetibilidade ao glifosato e à sua menor competitividade. Quando o dicamba foi incluído no programa de herbicidas, o espectro de controle aumentou, causando declínio de quase 40% no número de espécies. A adição de dicamba, e seu uso repetitivo ao longo dos anos, não só poderia levar à erradicação de *A. palmeri* resistente ao glifosato, devido aos altos níveis de controle. Apenas *Eleusine indica*, no pior caso da simulação, foi erradicada após 6 anos, provavelmente devido ao bom nível de controle dos herbicidas residuais nesta espécie (OREJA, *et al.* 2022).

Embora o presente modelo tenha considerado a presença de *A. palmeri* resistente ao glifosato, não considerou a evolução de novos biótipos resistentes a herbicidas para esta e outras espécies (OREJA, *et al.* 2022).

Os resultados do presente estudo mostraram como, mesmo sob níveis semelhantes de controle de ervas daninhas, a composição da comunidade de ervas daninhas pode diferir consideravelmente. As simulações que descrevem as respostas

da comunidade de ervas daninhas a programas de herbicidas que diferem na intensidade do uso de herbicidas demonstraram as mudanças dramáticas possivelmente observadas na riqueza, diversidade e uniformidade ao longo do tempo (OREJA, *et al.* 2022).

2.16 DYNAMICS OF 2,4-D AND DICAMBA APPLIED TO CORN STRAW AND THEIR RESIDUAL ACTION IN WEEDS

O 2,4-D e a dicamba são utilizados no manejo pós-emergência de ervas daninhas, com isso, o objetivo deste estudo foi avaliar a dinâmica do 2,4-D e do dicamba aplicados na palha de milho e verificar sua relação com ação de controle residual em plantas daninhas. Nos experimentos de ação residual, as espécies *Digitaria insularis*, *Conyza spp.*, *Bidens pilosa*, *Amaranthus hybridus*, *Euphorbia heterophylla* e *Eleusine indica*, foram semeadas em bandejas, e 2,4-D e dicamba foram aplicados diretamente ao solo, com a posterior adição da palha, seguidas de simulação de 10 mm de chuva (GAZOLA, *et al.* 2022).

Foram avaliados o efeito físico da palhada e a eficácia dos herbicidas no controle pré-emergente das espécies de plantas daninhas. A lixiviação de 2,4-D e dicamba da palha de milho aumentou com o maior volume de chuvas, e quanto maior o período de seca, menor foi a quantidade final de herbicida lixiviado. A presença da palha de milho no solo exerceu efeito de controle físico sobre *Conyza spp.*; reduziu significativamente a infestação de *D. insularis*, *B. pilosa*, *A. hybridus* e *Eleusine indica*; e ampliou o espectro de controle do 2,4-D e dicamba, auxiliando na sua ação residual e garantindo altos níveis de controle das plantas daninhas avaliadas. Na ausência da palha, o 2,4-D controlou eficazmente a pré-emergência de *D. insularis*, *Conyza spp.*, e *A. hybridus*, e o dicamba controlou eficazmente *D. insularis*, *Conyza spp.*, *B. pilosa*, *A. hybridus*, *E. heterophylla* e *Eleusine indica* (GAZOLA, *et al.* 2022).

A persistência do sal 2,4-D colina e do sal dicamba DGA na palha do milho foi elevada, e sua lixiviação aumentou devido ao período e volume de chuvas (GAZOLA, *et al.* 2022).

O autor GAZOLA, *et al.* 2022, conclui que a presença de 5 t ha⁻¹ de palha de milho no solo exerceu efeito de controle físico sobre *Conyza spp.* e reduziu a infestação de *D. insularis*, *B. pilosa*, *A. hybridus* e *Eleusine indica*, mas não interferiu no surgimento de *E. heterophylla*. Na ausência da palha, doses comerciais de sal de colina 2,4-D são eficazes no controle da pré-emergência de *D. insularis*, *Conyza spp.*,

e *A. hybridus*. Nestas mesmas condições, o sal de dicamba DGA é eficaz no controle de *D. insularis*, *Conyza* spp., *B. pilosa*, *A. hybridus*, *E. heterophylla* e *Eleusine indica*. A presença da palha de milho no solo ampliou o espectro de controle de 2,4-D e dicamba, e melhorou a eficácia de controle das plantas daninhas estudadas, exceto *E. heterophylla*.

2.17 SYNTHESIS OF NOVEL PYRIMIDINYLSELENIUM COMPOUNDS AS ACETOLACTATE SYNTHASE-INHIBITING HERBICIDES

O autor testou uma série de potenciais herbicidas inibidores da acetilactato sintase (ALS), os compostos foram submetidos a atividade herbicida, atividade inibitória da enzima ALS in vitro e estudos de segurança de culturas. A maioria dos compostos apresentou um efeito de inibição melhorado sobre *Cyperus difformis* Linn do que sobre capim-arroz, *Portulaca oleracea*, *Eleusine indica* e *Amaranthus retroflexus*. O presente trabalho indica que algumas das substâncias podem servir como novos candidatos a herbicidas para controle de plantas daninhas em arrozais (CHEN, *et al.* 2022).

Nos testes foram avaliados parâmetros como comprimento de raiz após a aplicação do composto, e ação como pré e pós emergente. Estes resultados estão de acordo com os do estudo de atividade herbicida pré-emergência. Coletivamente, os estudos de atividade herbicida pré-emergência e pós emergência indicam que os compostos 5b, 5c, 5e, 5f, 5h e 5i apresentam elevada atividade herbicida (CHEN, *et al.* 2022).

3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Dentre os diversos trabalhos apresentados das mais diversas regiões, é possível inferir que a praga *Eleusine indica*, possui resistência aos herbicidas do mecanismo de ação dos Inibidores do EPSPS, e em muitos casos apresentando resistência múltipla. Diante deste tema o trabalho dos autores BARROSO, *et al.* 2022, foi conduzido para avaliar o efeito único da competição da soja e seu efeito combinado com uma dose de campo de glifosato no crescimento e aptidão de plantas portadoras de resistência ao glifosato, dotando mutações no local alvo.

Os indivíduos de *Eleusine indica* são altamente resistentes ao glifosato, porém a dupla mutação apresenta um custo de aptidão substancial. A penalidade de aptidão do TIPS aumentou sob o efeito da competição da soja, resultando em um custo de até 96% em termos de crescimento vegetativo, massa de sementes e investimento em número de sementes (BARROSO, *et al.* 2022).

O tratamento com glifosato destas plantas TIPS resistentes ao glifosato mostrou um aumento no crescimento em relação àquelas sem glifosato. Por outro lado, para a mutação de resistência moderada ao glifosato P106S, o tratamento com glifosato, reduziu a taxa de sobrevivência, o crescimento vegetativo, a biomassa acima do solo, a massa de sementes, e o número de plantas P106S em relação às plantas não tratadas com glifosato (BARROSO, *et al.* 2022).

No entanto, sob os efeitos combinados da competição da soja e da dose de glifosato recomendada em campo, o crescimento vegetativo, a biomassa acima do solo, a massa de sementes e o número de plantas P106S e TIPS foram substancialmente limitados. Destaca o autor, que o ambiente de competição com a cultura da soja estabelece uma restrição para o aumento de mutações de resistência simples e duplas de *Eleusine indica* ao glifosato (BARROSO, *et al.* 2022).

A interação competitiva da praga com a soja pode ter reduzido a aptidão das plantas portadoras de qualquer uma destas mutações, as plantas TIPS exibiram capacidade extremamente limitada de crescer e reproduzir sob competição de culturas. As plantas P106S, quando tratadas com glifosato apresentaram sobrevivência, crescimento e fecundidade limitados do que as plantas portadoras da mutação TIPS, que mostraram melhor aptidão das plantas quando tratadas com glifosato. As plantas P106S são fortemente limitadas pelos efeitos combinados da competição da soja e do tratamento com glifosato. O ambiente é desfavorável para a

propagação de ambas as mutações de resistência ao glifosato no agroecossistema e destacam o papel fundamental da competição entre culturas na limitação do crescimento populacional de ervas daninhas resistentes ou suscetíveis a herbicidas (BARROSO, *et al.* 2022).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os trabalhos levantados neste compilado de dados, o país que possui maior número de produções científicas relacionadas a praga *Eleusine indica*, foi a China, trazendo dados principalmente de casos de resistência multipla ou contendo resistência ao herbicida Glufosinato de amônio. Diante dos dados também é possível inferir que a planta daninha, causa enormes perdas econômicas em várias partes do mundo, devido a vasta gama de mutações que conferem resistências as moléculas de herbicidas.

Segundo Barroso, *et al*, 2022, no Brasil a cultura da soja compete fortemente com os genótipos resistentes de *Eleusine indica*, porém alguns deles são suprimidos pela pressão de seleção e competição com as plantas de soja. As mais de três décadas as plantas infestantes gramíneas na cultura da soja, foram controladas basicamente com herbicidas do grupo químico dos Inibidores da Acetil-CoA Carboxilase, sendo que no Brasil a Praga *Eleusine indica*, apresentou resistência ao grupo químico em 2005 nas lavouras do Estado do Mato Grosso (Vidal, *et al*, 2006).

4.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como recomendação de trabalhos futuros, destaco a importância de trabalhos voltados a uso de manejos alternativos associados aos herbicidas para a redução das populações da praga.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L.; CORREIA, N.; TORNISIELO, V.; LABATE, M.; TSAI, S.; CARBONARI, C.; FILHO, R.; **Capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) resistente a múltiplos modos de ação de herbicidas no Brasil**. *Ciência de Ervas Daninhas*, 71 (3), 189-197. Brasil, 2023. doi:10.1017/wsc.2023.18
- BARROSO, A. A. M.; MICHELON, T. B.; COSTA AGUIAR ALVES, P. L.; HAN, H.; YU, Q.; POWLES, S. B.; VILA-AIUB, M. M.; 2022. **Challenging glyphosate resistance EPSPS P106S and TIPS mutations with soybean competition and glyphosate: implications for management**. *Pest Management Science*, 78(11), 4764–4773.
- CHEN, J.; LI, Z.; CUI, H.; YU, H.; LI, X.; **Gene Amplification of EPSPS with a Mutation in Conserved Region: The Evolved Glyphosate Resistance Mechanism in *Eleusine indica***. *Agronomy* 2023, 13, 699. China: 2023. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030699>
- Chen, J.; Hu, H.; Ye, K.; Wang, W.; Xu, D. (2022). **Synthesis of Novel Pyrimidinylselenium Compounds as Acetolactate Synthase-Inhibiting Herbicides**. *ChemistrySelect*, 7(1), e202103763. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/slct.202103763>
- DENG, W.; DUAN, Z.; LI, Y.; PENG, C.; YUAN, S.; **Multiple Resistance Mechanisms Involved in Glyphosate Resistance in *Eleusine indica***. *Plants* 2022, 11, 3199. China, 2022. <https://doi.org/10.3390/plants11233199>
- Duke, SO e Powles, SB (2008) **Glifosato: um herbicida único no século**. *Controle de Pragas. ciência* 64 , 319-325 . In: CHEN, J; HUNG, H.; WEI, S.; HUANG, Z.; WANG, X.; ZHANG, C; **Investigação dos mecanismos de resistência ao glyphosate em capim-capim (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.) por tecnologia de sequenciamento de RNA**. *The Plant of Journal*, Jan 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez22.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/tpj.13395>. Acesso Jul 2023.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; FILHOS, R. V.; SILVA, C. B.; **Resistencia de Plantas Daninhas aos Herbicidas**. *Planta Daninha*, v. 12, n. 1; Piracicaba-SP, 1994. Disponível em <https://www.scielo.br/j/pd/a/qCQjfJ6wRhzcrgWHgQhPYfk/?format=pdf&lang=pt> Acesso Mai, 23.
- EVERMAN, W. J.; JONES, E. A. L.; LEON, R. G. (2022). **Control of pervasive row crop weeds with dicamba and glufosinate applied alone, mixed, or sequentially**. *Weed Technology*, 36(5), 733–739. <https://doi.org/DOI: 10.1017/wet.2022.80> flec
- GAZOLA, T.; COSTA, R. N.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D. (2022). **Dynamics of 2,4-D and Dicamba Applied to Corn Straw and Their Residual Action in Weeds**. *Plants*, 11(20). <https://doi.org/10.3390/plants11202800>
- HE, S.; LIU, M.; CHEN, W.; BAI, D.; LIAO, Y.; BAI, L.; PAN, L.; ***Eleusine indica* Cytochrome P450 and Glutathione S-Transferase Are Linked to High-Level**

Resistance to Glufosinate. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 71(39), 14243–14250. China, 2023. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c04325>

KISSMANN, K.G.; GROTH, D.; **Plantas Infestantes e Nocivas.** 1ª Edição, São Paulo: 1992. 91p. In: VIDAL, R.A.; PORTES, E.S.; LAMEGO, F.P.; TREZZI, M.M.; **Resistência de *Eleusine indica* aos inibidores de ACCase;** Porto Alegre, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/v8bcxfJ4DRtXdtnyPy3fnqb/?lang=pt> Acesso Jul, 23.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D.; **Plantas Infestantes e Nocivas.** 2ª Edição, São Paulo: 1997. 824p.

KURNIADIE, D.; WIDIANTO, R.; UMIYATI, U.; WIDAYAT, D.; NASAHI, C.; BUDIAWAN, A. **Management of *Eleusine indica* (L.) Gaertn Resistance to Glyphosate Herbicide in Indonesia.** Agronomy 2023, 13, 1649. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061649>

LI, J.; ZHANG, Z.; LEI, Q.; LU, B.; JIN, C.; LIU, X.; WANG, Y.; BAI, L.; **Multiple herbicide resistance in *Eleusine indica* from sugarcane fields in China.** Bioquímica e Fisiologia de Pesticidas (2022) 182; China, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2022.105040>

LI, J.; MEI, Y.; ZHANG, L.; HAO, L.; ZHENG, M. **The Resistance Levels and Target-Site Based Resistance Mechanisms to Glyphosate in *Eleusine indica* from China.** Agronomy 2022, 12, 2780. China, 2022. <https://doi.org/10.3390/agronomy12112780>

LUO, Q.; CHEN, S.; NIAN, H.; MA, Q.; DING, Y.; HAO, Q.; WEI, J.; PATEL, J.D.; MCELROY, J.S.; LIU, Y.; *et al.*; **Establishment of an Efficient Agrobacterium-Mediated Genetic Transformation System to Enhance the Tolerance of the Paraquat Stress in Engineering Goosegrass (*Eleusine Indica* L.).** Int. J. Mol. Sci. 2023, 24, 6629. China, 2023. <https://doi.org/10.3390/ijms24076629>

LUO, Q.; FU, H.; HU, F.; LI, S.; CHEN, Q.; PENG, S.; YANG, C.; LIU, Y.; CHEN, Y. (2023). **Effects of Biological Nitrogen Metabolism on Glufosinate-Susceptible and -Resistant Goosegrass (*Eleusine indica* L.).** International Journal of Molecular Sciences, 24(18). <https://doi.org/10.3390/ijms241813791>

RUSLI, M. H.; SHARIFFAH MUZAIMAH, S. A.; MAIZATUL, S. M.; IDRIS, A. S.; **Effects of *Phoma herbarum* as a biological control agent of glyphosate resistant *Eleusine indica*.** Journal of Oil Palm Research Vol. 34 (3); September 2022 p. 465-474. Malaysia, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21894/jopr.2021.0053>

OSUNA, MD, GOULART, ICGR, VIDAL, RA, KALSING, A., RUIZ SANTAELLA, JP, & DE PRADO, R. (2012). **Resistência aos Inibidores de ACCase em *Eleusine indica* do Brasil Envolve uma Mutação na Enzima Alvo.** Planta Daninha, 30 (3), 675–681. Viçosa-MG, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582012000300025> Disponível em <https://www.scielo.br/j/pd/a/HHrLWwdgDFF44vdSm5dKMWL/?lang=en&format=pdf> Acesso Mai,23.

OREJA, F. H.; INMAN, M. D.; JORDAN, D. L.; BARDHAN, D.; LEON, R. G. (2022). **Modeling weed community diversity based on species population density dynamics and herbicide use intensity**. European Journal of Agronomy, 138, 126533. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126533>

VIDAL, R. A., *et al.*; **Resistencia de *Eleusine indica* aos Inibidores de ACCase**. Planta Daninha, vol 24, n.1, p. 173-171, 2006. In: OSUNA, MD, GOULART, ICGR, VIDAL, RA, KALSING, A., RUIZ SANTAELLA, JP, & DE PRADO, R. (2012). **Resistência aos Inibidores de ACCase em *Eleusine indica* do Brasil Envolve uma Mutação na Enzima Alvo**. Planta Daninha, 30 (3), 675–681. Viçosa-MG, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582012000300025> Disponível em <https://www.scielo.br/j/pd/a/HHrLWwdgDFF44vdSm5dKMWL/?lang=en&format=pdf> Acesso Mai,23.

ZHANG, C., YU, Q., HAN, H., YU, C., NYPORKO, A., TIAN, X., BECKIE, H., & POWLES, S. **A naturally evolved mutation (Ser59Gly) in glutamine synthetase confers glufosinate resistance in plants**. Journal of Experimental Botany, 73(7), 2251–2262. China, 2023. <https://doi.org/10.1093/jxb/erac008>

ZHANG, C.; JOHNSON, N. A.; HALL, N.; TIAN, X.; YU, Q.; PATTERSON, E. L.; **Subtelomeric 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase copy number variation confers glyphosate resistance in *Eleusine indica***. Nature Communications, 14(1), 4865. China, 2023. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40407-6>