

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GEAN PAULO BUCHTA DE QUADROS

**SELETIVIDADE DO HERBICIDA ENLIST DUO® COLEX-D® SOBRE A CULTURA
DO MILHO (*ZEA MAYS L.*) COM A TECNOLOGIA ROUNDUP READY 2™**

DOIS VIZINHOS

2022

GEAN PAULO BUCHTA DE QUADROS

**SELETIVIDADE DO HERBICIDA ENLIST DUO® COLEX-D® SOBRE A
CULTURA DO MILHO (*ZEA MAYS L.*) COM A TECNOLOGIA ROUNDUP READY
2™**

**SELECTIVITY OF THE ENLIST DUO® COLEX-D® HERBICIDE ON MAIZE (*ZEA
MAYS L.*) CROPS WITH ROUNDUP READY 2™ TECHNOLOGY**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Prof. Dr. Pedro Valério Dutra de Moraes.

DOIS VIZINHOS

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

GEAN PAULO BUCHTA DE QUADROS

**SELETIVIDADE DO HERBICIDA ENLIST DUO® COLEX-D® SOBRE A CULTURA
DO MILHO (*ZEA MAYS L.*) COM A TECNOLOGIA ROUNDUP READY 2™**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 8 de dezembro de 2022.

Almir Antonio Gnoatto
Doutor em agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos

Lucas da Silva Domingues
Doutor em agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos

Pedro Valério Dutra de Moraes
Doutor em fitotecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos

DOIS VIZINHOS

2022

A Deus, Jesus Cristo e todos os santos e anjos do céu, que sempre me guiaram pelos caminhos retos e pela graça de todos os dons que me são entregues, somente gratidão.

AGRADECIMENTOS

Por gratulação, agradeço em primeiro lugar a Deus e todas as entidades religiosas por me proporcionar a graça da vida, a saúde, a paz, a proteção e inteligência tão necessárias para chegar até onde cheguei, sem esquecer do mérito que me concederam em me coroar com a vaga para a Universidade Federal.

Quero também agradecer a meus pais e irmã, Janete, Ataíde e Bianca pela ajuda que sempre me proporcionaram em toda a vida e na graduação, tanto na parte emocional como financeira, onde nos momentos difíceis souberam instruir os melhores conselhos e a seguir em frente sem nunca desistir. Assim como também todos os meus parentes, tios, tias, avós, amigos e pessoas próximas pelo carinho e palavras de solidariedade.

Agradecer também a UTFPR Campus Dois Vizinhos pela infraestrutura disponibilizada para realização desse trabalho, assim como o corpo docente e discente, departamentos da instituição, diretoria e coordenador de curso da Agronomia.

Agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Pedro Valério Dutra de Moraes, pelo aceite em estar contribuindo e conduzindo esse trabalho. Sem esquecer também dos alunos membros do grupo de estudos em herbologia (Geherb) pela ajuda prestada, desde a implantação, condução, avaliações e demais atividades prestadas no decorrer do experimento, gratidão a todos.

Gratificação também aos Professores que participaram da banca avaliadora, por estar contribuindo e colaborando com o trabalho.

Aos meus colegas também pela contribuição e ajuda na minha formação.

E todas as pessoas que fizeram parte ativa e inativamente dessa fase da minha vida, que aqui não foram mencionadas, mais que com certeza estarão guardadas em minha memória com imensa gratidão.

Enfim, agradecer a todos que me ajudaram chegar até aqui e conseqüentemente ao final da graduação, sou muito grato por tudo.

*Aquele que semeia pouco, pouco ceifará.
Aquele que semeia em profusão, em
profusão ceifará (2Cor 9,6).*

RESUMO

O conhecimento da seletividade de herbicidas é necessário quando se busca posicionar agroquímicos em plantações, tendo a convicção se o produto controlará eficientemente as plantas daninhas, sem prejudicar a cultura de interesse. Buscando entender esse contexto, o estudo acerca da seletividade que novas formulações de herbicidas podem causar a cultura do milho, faz-se necessário, especialmente pela determinação da aplicação nos estádios fenológicos corretos das plantas, assim como a dosagem recomendada, afim de não ocasionar efeitos de fitotóxicos na cultura. Diante disso, o objetivo do trabalho foi de avaliar a seletividade do herbicida EnlistDuo® Colex-D® sobre a cultura do milho portador da tecnologia Roundup Ready 2™ em seu genótipo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos – Paraná. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC), dispostos com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram através do arranjo fatorial 3x4, sendo o fator A, avaliação em três estádios fenológicos vegetativos distintos da cultura do milho (V₃, V₅ e V₇), ou seja, plantas com três, cinco e sete folhas verdadeiras, respectivamente. Já o fator B, correspondente a quatro dosagens distintas que a cultura do milho foi submetida do herbicida EnlistDuo® Colex-D®, sendo 0, 2, 4 e 6 L.ha⁻¹. Dessa forma, foram avaliados o efeito tóxico do defensivo agrícola sobre as plantas de milho, representado sobre escala porcentual de fitotoxicidade, sendo 0% nenhum sintoma e 100% morte das plantas. Também, foram avaliados parâmetros morfológicos das plantas como: altura das plantas, diâmetro do colmo, matéria seca e verde da parte aérea e radicular, e também verificação geral da área foliar. As avaliações ocorreram a cada 7 DAA (dias após aplicação) até os 42 DAA. No presente estudo, notou-se maiores porcentagens de injúrias visuais nas plantas de milho, nas dosagens mais elevadas do produto em estádios iniciais da cultura, alcançando valor máximo de 58,6% na dosagem de 6 L.ha⁻¹ em V₃ aos 28 DAA. Entretanto, na dosagem mais baixa do herbicida nos estádios fenológicos V₃ e V₅, o efeito fitotóxico foi menor, ocasionando baixos danos a cultura. O efeito principal, se deu no estádio fenológico V₇, onde independente das dosagens, encontrou-se valores muito baixos e nulos de fitotoxicidade. No demais parâmetros morfológicos avaliados sendo altura de plantas, diâmetro de colmo, e massa seca e verde da parte aérea, de forma geral, encontrou-se as maiores médias no estádio fenológico mais avançado das plantas (V₇), hipoteticamente atribuído pelo crescimento natural das plantas ou até mesmo efeito hormonal do ingrediente ativo 2,4-D, já que se notou uma certa tendência de maior altura de plantas à medida que se aumentou as dosagens do produto. Já nos parâmetros massa seca e verde da parte radicular, não ocorreu interação do herbicida sobre esses dois fatores. Assim, com o experimento se conclui que o herbicida EnlistDuo® Colex-D® é seletivo no estádio fenológico V₇ independente das dosagens testadas. Logo, nos estádios fenológicos V₃ e V₅ o produto se torna seguro para ser aplicado somente na dosagem de 2 L.ha⁻¹, sem que haja fitotoxicidade a cultura.

Palavras-chave: dosagens; estádios fenológicos; fitotoxicidade; injúrias.

ABSTRACT

Knowledge of the selectivity of herbicides is necessary when seeking to position agrochemicals in plantations, with the conviction that the product will efficiently control weeds, without harming the crop of interest. Seeking to understand this context, the study about the selectivity that new formulations of herbicides can cause the corn crop, it is necessary, especially by determining the application in the correct phenological stages of the plants, as well as the recommended dosage, in order not to cause adverse effects. of phytotoxic in the crop. Therefore, the objective of this work was to evaluate the selectivity of the EnlistDuo® Colex-D® herbicide on corn with Roundup Ready 2™ technology in its genotype. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal Technological University of Paraná, Campus Dois Vizinhos – Paraná. A completely randomized design (DIC) was used, arranged with four replications. The treatments used were through a 3x4 factorial arrangement, with factor A, evaluation in three distinct vegetative phenological stages of the maize crop (V₃, V₅ and V₇), that is, plants with three, five and seven true leaves, respectively. Factor B, corresponding to four different dosages that the corn crop was submitted to the herbicide EnlistDuo® Colex-D®, being 0, 2, 4 and 6 L.ha⁻¹. In this way, the toxic effect of the pesticide on corn plants was evaluated, represented on a percentage scale of phytotoxicity, with 0% no symptoms and 100% death of the plants. Also, morphological parameters of the plants were evaluated, such as: plant height, stem diameter, dry and green matter of the area and root, and also general verification of the leaf area. Evaluations occurred every 7 DAA (days after application) until 42 DAA. In the present study, higher percentages of visual injuries were observed in corn plants, at higher dosages of the product in the early stages of the crop, reaching a maximum value of 58.6% at a dosage of 6 L.ha⁻¹ in V₃ at 28 DAA. However, at the lowest dosage of the herbicide in the phenological stages V₃ and V₅, the phytotoxic effect was lower, causing low damage to the crop. The main effect occurred at the phenological stage V₇, where, regardless of the dosages, very low and null values of phytotoxicity were found. In the other morphological parameters evaluated, being plant height, stem diameter, and dry and green mass of the shoot, in general, the highest averages were found in the most advanced phenological stage of the plants (V₇), hypothetically attributed to the natural growth of the plants. plants or even the hormonal effect of the active ingredient 2,4-D, as a certain tendency for greater plant height was noted as product dosages were increased. In the dry and green mass parameters of the root part, there was no interaction of the herbicide on these two factors. Thus, with the experiment it is concluded that the herbicide EnlistDuo® Colex-D® is selective at the phenological stage V₇ regardless of the dosages tested. Therefore, in the phenological stages V₃ and V₅, the product becomes safe to be applied only at a dosage of 2 L.ha⁻¹, without phytotoxicity to the crop.

Keywords: dosages; injuries; phenological stages; phytotoxicity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estádios fenológicos da cultura do milho	19
Quadro 1 – Tratamentos utilizados no experimento.....	25
Quadro 2 – Croqui da área experimental dos tratamentos.....	26
Figura 2 – Escala de Fitotoxicidade de herbicidas	29
Figura 3 – Material radicular sendo secos ao sol.....	30
Figura 4 – Material vegetativo em sacos de papel.....	30
Figura 5 – Sintomas foliares nas plantas de milho.....	34
Figura 6 – Sintomas hormonais nas plantas.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Equivalentes ácidos dos ingredientes ativos.....	26
Tabela 2 – Notas de fitotoxicidade (0-100 %) nos estádios V ₃ , V ₅ , V ₇ sob as doses de 0, 2, 4 e 6 L.ha ⁻¹ em 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação do herbicida EnlistDuo [®] Colex-D [®] na cultura do milho.....	31
Tabela 3 – Altura das plantas de milho (em cm), nos estádios V ₃ , V ₅ , V ₇ sob as doses de 0, 2, 4 e 6 L.ha ⁻¹ do herbicida EnlistDuo [®] Colex-D [®]	35
Tabela 4 – Diâmetro de colmo das plantas de milho (em mm), nos estádios V ₃ , V ₅ , V ₇ sob as doses de 0, 2, 4 e 6 L.ha ⁻¹ do herbicida EnlistDuo [®] Colex-D [®]	36
Tabela 5 – Massa verde da raiz (em gramas), nos estádios V ₃ , V ₅ , V ₇ sob as doses de 0, 2, 4 e 6 L.ha ⁻¹ do herbicida EnlistDuo [®] Colex-D [®]	37
Tabela 6 – Massa seca da raiz (em gramas), nos estádios V ₃ , V ₅ , V ₇ sob as doses de 0, 2, 4 e 6 L.ha ⁻¹ do herbicida EnlistDuo [®] Colex-D [®]	37
Tabela 7 – Massa verde da parte aérea (em gramas), nos estádios fenológicos V ₃ , V ₅ , V ₇ do herbicida EnlistDuo [®] Colex-D [®]	38
Tabela 8 – Massa seca da parte aérea (em gramas), nos estádios fenológicos V ₃ , V ₅ , V ₇ do herbicida EnlistDuo [®] Colex-D [®]	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 Aspectos Gerais da cultura do milho safra e safrinha.....	16
3.1.1 Características e tecnologia dos híbridos	17
3.2 Fenologia da cultura do milho	18
3.3 Sistema Enlist®	20
3.3.1 Ingrediente ativo 2,4-D sal de colina	21
3.3.2 Ingrediente ativo Glifosato sal de dimetilamina	22
3.3.3 Controle de plantas daninhas	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 Caracterização e delineamento experimental	25
4.2 Implantação e condução do experimento	26
4.3 Aplicações dos tratamentos.....	27
4.4 Avaliações e parâmetros avaliados	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
5.1 Fitotoxicidade	31
5.2 Altura de plantas	34
5.3 Diâmetro de colmo	36
5.4 Massa verde e seca da raiz.....	37
5.5 Massa verde da parte aérea.....	38
5.6 Massa seca da parte aérea	39
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

O milho representa uma commodity de elevada importância econômica, tanto a nível territorial, quanto global. No Brasil, na última safra 2021/22 a produção de milho foi de 113.272,1 milhões de toneladas do grão, com uma área plantada de 21.581,9 milhões de hectares, somando a safra principal, a segunda e terceira safra (CONAB, 2022).

Diante dos problemas que a cultura do milho enfrenta, pode-se citar a pressão exercida por plantas daninhas, que constitui um gargalo importante no decréscimo da produção. Diante dessa dificuldade, o conhecido manejo químico é o mais utilizado no combate dessas plantas indesejáveis que acometem a cultura, sendo estimado que os herbicidas são utilizados em mais de 65% das áreas cultivadas com milho no Brasil (KARAM; OLIVEIRA, 2007, p. 1).

Dentre as vantagens de se utilizar herbicidas destacam-se a eficiência e eficácia dos produtos. A rapidez também é essencial, onde busca-se manejar as plantas indesejáveis de forma rápida, e sem complicações, além de diminuir o custo com mão de obra, não precisando intervir manualmente na eliminação das plantas. (INOUE, 2019).

O conhecimento da seletividade dos herbicidas, faz-se necessário frente a dinâmica de controle que esses produtos podem desempenhar. Nesse sentido, os herbicidas podem ser classificados como sendo seletivos ou não seletivos (CARVALHO, 2013, p. 2). Assim, a seletividade pode ser relacionada no conjunto cultura-planta daninha, onde herbicidas seletivos controlam somente as plantas daninhas sem afetar a cultura, e herbicidas não seletivos, controlam absolutamente todos os tipos de plantas.

Dessa forma, o conhecimento prévio da seletividade de herbicidas é necessário quando se busca posicionar algum produto a campo, especialmente se esse produto fará o controle desejado, e se não terá problemas para a cultura de interesse. Nesse sentido, é válido ressaltar que alguns ingredientes ativos podem fazer o controle satisfatório de plantas daninhas, porém podem possuir algum efeito fitotóxico para as plantas de interesse econômico, dependendo da dose do produto, do estágio fenológico da cultura, sobreposição, modo de ação do herbicida e condições edafoclimáticas.

Para a cultura do milho, dependendo da cultivar trabalhada esses efeitos podem ser maiores ou menores, dependendo da tecnologia embarcada no híbrido. Tais sintomas fitotóxicos podem ser observados logo após a aplicação a campo, ocasionando danos a cultura, tanto nas folhas pelo comprometimento da parte aérea, tanto na parte radicular, ocasionando a debilitação total ou parcial da planta. Esses efeitos, podem gerar alterações de nível morfológico e/ou fisiológicos, interferindo nos processos fotossintéticos da planta, comprometendo a maquinaria de produção de energia da planta, causando problemas no crescimento e desenvolvimento, acarretando em perdas de componentes produtivos.

Diante disso, o herbicida EnlistDuo® Colex-D® (mistura pronta de 2,4 – D sal Colina + glifosato sal Dimetilamina) foi criado com o intuito de suprimir plantas daninhas de difícil controle em meio as plantações, pois conta com uma inovadora tecnologia a favor do controle total de plantas daninhas. A utilização desse produto é feita em pós emergência das plantas daninhas, controlando tanto espécies dicotiledôneas como monocotiledôneas, sendo na situação atual um verdadeiro herbicida não seletivo.

No entanto, sua utilização está restrita em situações de dessecações e em pré-plantio, justamente pelo fato de que as cultivares atuais não serem tolerantes a utilização desse agroquímico, se fazendo necessário assim, a utilização de cultivares geneticamente modificadas embarcadas com proteínas que conferirão tolerância ao herbicida. Porém, na cultura do milho esses traits ainda estão sendo lançados atualmente no mercado, com a adoção de cultivares Bt denominada de milho Enlist® Power Core™ Ultra, sendo patenteado pela empresa Corteva® Agrisciense, e que possuirão tolerância aos princípios ativos 2,4-D, Glifosato, Glufosinato e Haloxifope, e que somente assim, o herbicida poderá ser utilizado em pós emergência, sem prejudicar a cultura de interesse.

Relacionado a tecnologia Roundup Ready 2™ presente em híbridos de milho atualmente, que conferem o aspecto de tolerância ao ingrediente ativo glifosato, já vem sendo utilizado desde 2008, quando foi aprovada pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CNTBio) para plantio em escala comercial (GOTTEMS, 2013). Sua utilização em híbridos de milho, permite um direcionamento de herbicidas a base de glifosato no controle de várias espécies de plantas daninhas, sem que haja danos a cultura do milho. Por isso, é necessário que se utilizem herbicidas com esse

princípio ativo em cultivares pertencentes a essa tecnologia, caso contrário os efeitos de morte ou injúrias nas plantas podem ocorrer.

Por essa razão, faz-se necessário o estabelecimento de condições e parâmetros técnicos para avaliar os efeitos fitotóxicos que herbicidas com novas formulações aplicados em pós emergência podem causar para a cultura do milho. Assim sendo, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a seletividade que o herbicida EnlistDuo® Colex-D® possui sobre a cultura do milho que contem a tecnologia Roundup Ready 2™ em seu híbrido, sob diferentes estádios fenológicos da cultura, submetidas a diferentes doses do produto comercial, e assim podendo avaliar parâmetros fisiológicos e morfológicos, afim de determinar se esses efeitos poderão afetar a cultura de forma geral.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Objetivou-se por meio deste trabalho avaliar a seletividade exercida pelo herbicida EnlistDuo® Colex-D® sobre a cultura do milho, que contém a tecnologia Roundup Ready 2™ em seu híbrido.

2.2 Objetivos específicos

Avaliação da fitotoxicidade exercida pelo herbicida na cultura do milho, em diferentes estádios fenológicos da cultura, submetidas a diferentes dosagens do produto comercial.

Avaliação dos parâmetros morfológicos da cultura como: altura das plantas, diâmetro do colmo, matéria seca e verde da parte aérea e radicular.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos Gerais da cultura do milho safra e safrinha

O milho é uma planta pertencente à família Gramineae, espécie *Zea mays*. (SINDMILHO & SOJA, 2005). O grão de forma geral, apresenta diversos usos no contexto atual, sendo utilizado como matéria prima principal na produção de vários alimentos utilizados na alimentação humana, animal, nas indústrias e até mesmo na produção de biocombustíveis. No Brasil, a proporção utilizada é de 84% do milho para alimentação animal e 11% utilizado na indústria para diversos fins, e o restante em vários outros usos (MENEGALDO, 2015).

De acordo com Barros e Calado (2014), o cultivo do milho é realizado a mais de 8.000 anos em praticamente todos os continentes do globo. E devido à grande adaptabilidade que os híbridos possuem, o seu cultivo torna-se possível em diversos tipos de clima tropicais, subtropicais e temperados, suportando condições de altitude desde o nível do mar até níveis superiores a 3.600 metros.

De maneira geral, o plantio do milho é feito em duas safras: a primeira ou também chamada safra de verão, e a segunda safra ou também denominada de safrinha. A diferenciação desses dois períodos distintos do plantio do milho envolve algumas características e tecnologias particulares adotadas em cada momento, geralmente pelo fato de se houver maior produtividade por área no milho safra, desencadeado principalmente por melhores condições edafoclimáticas no verão, assim como também o maior investimento em insumos por parte do produtor. (TORRES, 2021).

Para o cultivo de milho devem ser levados em consideração alguns aspectos, principalmente no milho safrinha, onde que em eventos relacionados a frustrações de safra são mais frequentes, como secas e geadas. Por isso, o planejamento inicial da cultura é muito importante, onde englobará a janela de plantio mais adequada, escolha correta de híbridos, densidade, população, condições adequadas de manejo, clima, solo, etc (GA AGROSOLUÇÕES, 2021).

3.1.1 Características e tecnologia dos híbridos

Um dos fatores de grande relevância no planejamento da lavoura é a escolha de híbridos, evidenciado por Farinelli *et al.* (2003), que em função da variabilidade de características agrônômicas, os produtores e técnicos necessitam de informações adequadas na escolha de cultivares melhores adequados para suas regiões.

Dessa forma, o posicionamento de um material genético adequado para o milho safrinha, corresponde a certas particularidades presentes, especialmente ao nível tecnológico, sistema produtivo, finalidade, características da lavoura, época de semeadura, histórico de pragas, doenças, plantas daninhas, potencial produtivo, fatores abióticos, dentre outros (PLACIDO, 2020).

De forma geral, os híbridos são classificados em três classes de precocidade: superprecoce, precoce e normal (SEMENTES BIOMATRIX, 2021). E dependendo da época de semeadura do milho safrinha, a escolha de variedades com diferentes ciclos é necessária, afim de dimensionar bem toda o seu cultivo, e minimizar alguns problemas.

De acordo com Cruz *et al.* (2011), demonstraram em alguns trabalhos que a utilização de variedades com ciclo precoce apresentou superioridade em potencial produtivo quando comparadas a variedades de ciclo superprecoce, visto que eventos climáticos como seca e geada em certos momentos da cultura plantadas com variedades desse ciclo são extremamente prejudiciais para a produção final. E para as cultivares de ciclo mais tardio, é recomendada para as primeiras semeaduras do período da safrinha.

Relacionado as tecnologias embarcadas nos híbridos transgênicos de milho até os dias atuais, temos a adição de proteínas com tolerância a pragas e doenças e também de herbicidas que é o foco principal. O incremento de cultivares com essas tecnologias podem aparecer isoladas ou em conjunto, sendo que a última opção é o mais usual atualmente, visto os inúmeros problemas que se tem atualmente causado por fatores bióticos nas plantações.

Por isso, as tecnologias presentes atualmente nos condicionantes de tolerância de herbicidas na cultura do milho isolados ou em associação, são o conhecido Roundup Ready® (RR ou RR1) e Roundup Ready® 2 (RR2), sendo tolerantes ao princípio ativo Glyphosate. Também se tem a tecnologia Herculex® I que oferece tolerância a herbicidas a base de Glufosinato de Amônio que possui a marca

Liberty Link® (LL) em híbridos. A tecnologia Agrisure Viptera® 3 (VIP3A) também possui tolerância ao herbicida Glyphosate. A tecnologia VT PRO2™ e VT PRO3™ também são aliadas na tolerância a herbicidas a base de Glyphosate. Também se tem híbridos incorporados com a tecnologia Power Core™ e Power Core™ Ultra também são tolerantes aos herbicidas a base de 2,4 – D, glifosato, glufosinate e haloxifope. E por fim também possuem cultivares portadoras da tecnologia Optimum® Intrasect® que também são tolerantes a herbicidas a base de Glufosinato de Amônio (CRUZ *et al.*, 2015).

3.2 Fenologia da cultura do milho

Para executar alguma ação de manejo necessário no milho, é indispensável o conhecimento das diferentes fases de crescimento da cultura ou também chamado de estágio fenológico, que compreende todo o desenvolvimento do milho desde a emergência até a maturidade fisiológica, passando por diferentes estádios vegetativos e reprodutivos da planta (MAGALHÃES *et al.*, 2002).

O ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) padronizou os grupos de precocidade do milho, sendo que no primeiro grupo que são milho superprecoce, a maturidade fisiológica é atingida até 110 dias. No segundo grupo aparece o milho normal compreendendo de 110 a 145 dias. E no terceiro grupo são os milhos tardios, que tem o ciclo maior que 145 dias (DEKALB, 2018).

E assim, as plantas de milho compreendem um padrão no desenvolvimento durante todos os estádios fenológicos, que são a determinação das fases no decorrer do ciclo da cultura que basicamente pela germinação e emergência, crescimento vegetativo e inserção de folhas, crescimento reprodutivo ocorrendo eventos de pendoamento, florescimento, polinização, frutificação até chegar na fase de maturação fisiológica e completar o seu ciclo.

Assim, os estádios fenológicos da cultura do milho que compreende o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, estão demonstrados na figura abaixo:

Figura 1- Estádios fenológicos da cultura do milho

Estádios Vegetativos		Estádios Reprodutivos	
VE	Emergência	R1	Embonecamento
V1	Primeira Folha	R2	Bolha d'água
V2	Segunda Folha	R3	Leitoso
V3	Terceira Folha	R4	Pastoso
V(n)	Enésima Folha	R5	Dente
VT	Pendoamento	R6	Maturidade

Fonte: Pioneer, 2018.

De forma geral, a emergência marca o início do crescimento das plântulas de milho, e o estabelecimento inicial da cultura. A partir disso, as plantas começam seu desenvolvimento com a inserção da primeira folha V₁, segunda folha V₂, terceira folha V₃ até a Enésima folha V(n) passando até a V₁₈ que seria a inserção de 18 folhas verdadeiras formadas (PIONEER, 2018).

Assim, depois do desenvolvimento vegetativo do milho inicia-se o desenvolvimento reprodutivo, com o estágio V_T que é a inserção do pendão para reprodução do milho. Após isso, acontece a fecundação e a formação do embonecamento e polinização das plantas R₁. Com as espigas já formadas começará a formação dos grãos, com os grãos com aspecto de bolha d'água R₂, progredindo para a formação de grãos de aspecto leitoso, R₃ ou também chamado de milho verde. A próxima fase é R₄ com o desenvolvimento pastoso dos grãos, e R₅ caracterizado pela forma de grãos com forma de dente e já ficando com aspecto duro e com menos umidade. E por fim, a última fase R₆ é a maturidade fisiológica quando os grãos estão prontos para serem colhidos e a cultura com seu ciclo completo (WEISMANN, 2008).

Nesse sentido, é válido ressaltar que a cultura do milho pode sofrer com inúmeros fatores que podem alterar processos fisiológicos e morfológicos e dependendo do estágio fenológico esses efeitos podem ser intensificados. Esses efeitos podem ser bióticos ou abióticos, sendo que o enquadramento dos danos sofridos por toxidez é da ordem abiótica, e que afetam a planta como um todo, retardando ou impedindo alguns processos vitais, que poderão culminar em alterações bioquímicas na planta, e assim causar perda de potencial produtivo.

Por isso, é essencial o conhecimento da fenologia do milho para o manejo fitossanitário da cultura, onde é necessário ter o pleno conhecimento dos momentos corretos para o posicionamento de produtos, afim de evitar problemas na cultura. Também é extremamente necessário a consulta periódica a bula do produto, a fim de

verificar as especificações de dosagem e momentos corretos de aplicação, e também ter uma tecnologia de aplicação adequada é recomendável, afim de tentar minimizar os efeitos que a cultura do milho pode sofrer.

3.3 Sistema Enlist®

A empresa Corteva Agriscience™ fundada a partir da divisão agrícola das empresas Dow, DuPont e Pioneer, desenvolveu em seu portfólio o sistema Enlist® onde tem a missão de agregar genética de alta qualidade para manejar plantas daninhas em meio as plantações com o objetivo de maximizar o potencial produtivo (SANTOS, M. S. 2020).

O sistema Enlist® possui 3 pilares fundamentais: sementes e biotecnologia, herbicidas, e boas práticas agrícolas, onde oferece maior diversidade, conveniência, flexibilidade e controle na aplicação (CORTEVA, 2021).

Nesse sentido, a utilização da tecnologia para o controle de plantas daninhas é feita por herbicidas Enlist® onde são recomendados para utilização em novos traits de milho que contem a tecnologia PowerCore® em seus híbridos, e que conferem tolerância a princípios ativos como o glifosato, glufosinato de amônio e haloxifope. Porém, ainda essa biotecnologia é atual e nova no mercado, sendo seu uso ainda pouco difundido por se tratar de uma tecnologia recém lançada, e assim, a utilização dos herbicidas Enlist® é restringida a situações de dessecação e pré-plantio como já abordado anteriormente.

Assim, a utilização desses herbicidas utilizados em pós emergência deve ser amplamente estudada, visto que não são recomendados para esse fim, e cuidados devem ser tomados na utilização desses produtos, visto que podem danificar ou até mesmo matar as plantas em casos de aplicações erradas ou derivas. Nesse sentido, o estudo do herbicida EnlistDuo® Colex-D® entra em foco especialmente em situações de pós emergência da cultura do milho, que contenham somente a tecnologia Roundup Ready® e não a biotecnologia tolerante a esse herbicida (PACELLI, 2020).

Por isso, o herbicida EnlistDuo® Colex-D® foi lançado em 2017 com o grande propósito de controlar plantas de difícil controle em meio as plantações, devido ao fato de possuir em sua formula dois ingredientes ativos bem conhecidos, porém inovadores, sendo a mistura pronta de um novo sal colina de 2,4-D e o sal dimetilamina de glifosato. Além desses dois ingredientes ativos, o herbicida possui a

inovadora tecnologia Colex-D® em sua formulação que conferem os seguintes atributos: Baixa deriva se usada uma ponta com indução de ar, odor reduzido pelo fato de ter o sal colina juntamente com a tecnologia, ultrabaixa volatilidade pelo fato de o sal colina ser praticamente não volátil devido a sua baixa pressão de vapor, além da facilidade do manuseio no momento da aplicação (RODRIGUES, 2021).

3.3.1 Ingrediente ativo 2,4-D sal de colina

O herbicida 2,4-D foi descoberto no início da década de 1940 em meio a segunda guerra mundial. Porém, a procura de profissionais da área era por um produto que atuasse como regulador de crescimento, e foi quando observaram que em altas dosagens o produto agia como controlador de plantas daninhas dicotiledôneas, levando-as a morte. Depois dessa descoberta sua disseminação foi elevada, se tornando o primeiro herbicida usado em grande escala na agricultura (SILVA, 2019a).

Conforme especificado na bula do produto, o herbicida 2,4-D (ácido diclorofenoxiacético) pertence ao grupo O, tendo como modo de ação mimetizadores de auxina, e o grupo químico é derivado do Ácido fenoxiacético (HRAC-BR, 2021, p.10).

Os mimetizadores de auxina ou também chamados de auxina sintética ou até mesmo auxínicos, também chamado de herbicidas hormonais induz a planta a provocar mudanças no seu metabolismo, e assim desestabiliza processos bioquímicos, provocando dessa forma um desbalanço hormonal, e conseqüentemente o crescimento desordenado dos tecidos e órgãos da planta (KARAM; OLIVEIRA, 2007, p. 2).

Os sintomas mais observados são epinastia do ápice das plantas, espessamento do caule e do pecíolo e encarquilhamento das folhas, clorose, necrose sendo que a morte das plantas acontece geralmente algumas semanas após a aplicação (FONTES *et al.*, 2003).

De forma geral, o herbicida 2,4-D é seletivo de ação sistêmica sendo recomendado para controle de plantas daninhas dicotiledôneas, e sua ação para gramíneas de forma geral expressa comportamento tolerante a esse produto (PRESOTO, 2018).

O herbicida 2,4-D possui 3 tipos de formulações: éster, amina e colina, sendo a primeira proibida no Brasil devido a sua alta volatilização. A segunda formulação é a mais utilizada nos herbicidas atualmente que utilizam em seus produtos esse tipo de sal. E o destaque vai para a terceira formulação colina, justamente pelo fato de possuir uma ultra baixa volatilidade, diferente das outras formulações, que faz com que o produto não se disperse facilmente para fora do alvo desejado (MAIS SOJA, 2021). Contudo, o conhecimento do sal colina ainda é pouco difundido na literatura, pelo fato de que ainda está em começo de uso nos processos de fabricação dos produtos químicos, sendo que sua utilização em lavouras é restrita em cultivares que toleram esse ácido.

Para a cultura do milho conforme a bula do produto, os herbicidas sob a formulação do sal amina a recomendação de aplicação do produto é até o estágio V₄ ou 25 cm das plantas, na dosagem máxima de 1,5 L.ha⁻¹ sendo que até esse estágio e na dosagem especificada, a cultura é tolerante aos produtos com formulação amina, possuindo assim efeito seletivo, sem que apresente danos (CORTEVA, 2019). Dessa forma, a incógnita é referente a utilização de herbicidas que contém o sal colina em suas formulações, onde poderá apresentar similar ou diferente ao sal amina.

3.3.2 Ingrediente ativo Glifosato sal de dimetilamina

O herbicida Glifosato teve seu descobrimento nos anos 50, e sua fabricação como nome Roundup pela empresa Monsanto, atualmente detida pela empresa Bayer® foi na década de 1970 quando começou ser produzido e comercializado, e tem o status de ser o herbicida mais utilizado no mundo (SILVA, 2019).

Conforme especificação da bula do produto, o glifosato pertence ao grupo G sendo inibidor da EPSPs pertencentes ao grupo químico das glicinas (HRAC-BR, 2021, p. 8).

A ação dos herbicidas inibidores da enzima EPSPs (enol-piruvil-shiquimato-fosfato sintase) inibem a síntese de aminoácidos da planta, causando a interrupção do crescimento da planta. Os sintomas fitotóxicos desse ingrediente ativo culminam no amarelecimento dos meristemas e das folhas jovens, podendo apresentar folha com estrias e progredindo para necrose e morte das plantas (KARAM; OLIVEIRA, 2007, p. 3).

Para efeito, o glifosato enquadra-se como um herbicida não seletivo de ação sistêmica, que controla em pós emergência um grande espectro de plantas daninhas, tanto dicotiledôneas como monocotiledôneas, mais que também é amplamente usado em dessecações em pré-plantio (YAMADA; CASTRO, 2007).

Na cultura do milho, seu uso também é bastante utilizado especialmente para controle de plantas daninhas de fácil controle e que não possuam resistência ao produto. A especificação técnica do posicionamento de herbicidas a base de glifosato se deve a utilização de cultivares de milho embarcadas com a tecnologia Roundup Ready® o que torna a cultura tolerante a esses herbicidas e sua utilização é liberada. O cuidado observado é com a não utilização de variedades sem essa tecnologia, pois posicionamentos de produtos nessas plantas resultarão na sua morte.

Relacionado aos sais existentes de glifosato destacam-se o sal de isopropilamina, sal de potássio, sal de amônio e também o sal dimetilamina. Sendo que o destaque principal é o sal dimetilamina, que na mesma situação que o sal colina do 2,4 – D ainda possui poucas informações acerca de sua utilização nos herbicidas, mais que de forma geral se mostra como uma ótima opção no contexto atual.

3.3.3 Controle de plantas daninhas

A ocorrência de plantas daninhas leva a redução da produtividade das culturas, resultando em sérios prejuízos as plantações. Essa redução da produtividade se deve ao fato da competição que as plantas daninhas tem com a cultura, que competem por água, luz, nutrientes, sendo que a plantas de interesse econômico possuem menor capacidade de competição do que as plantas daninhas, o que acaba atrapalhando seu crescimento e desenvolvimento, e assim culminando em perdas de caracteres agrônômicos (FONTES *et al.*, 2003).

Relacionado ao controle químico realizado através do uso de herbicidas, é válido destacar algumas informações pertinentes acerca do herbicida supracitado.

Para isso, é extremamente importante a consulta e leitura da bula do produto, onde possuirá as informações necessárias para o uso correto do produto, uso de equipamentos de proteção e até mesmo informações em caso de intoxicação com o produto (YAMASHITA; SANTOS, 2009).

Conforme a bula a título de características técnicas do produto, a utilização do herbicida EnlistDuo® Colex-D® é recomendado para o controle de infestantes do

grupo das monocotiledôneas e dicotiledôneas. Todas as informações do produto podem ser consultadas na bula, especialmente a dosagem recomendada e os tipos de plantas daninhas controladas nas mais variadas culturas. Sendo que, para a cultura do milho, a bula do produto possui informações relacionados ao milho geneticamente modificado relacionado ao inovador traits da empresa Corteva Agrisciense™ e por isso ressalta-se a importância do cuidado com a utilização do herbicida, visto a sua recomendação para cultivares que são tolerantes ao herbicida. (AGROFIT, 2021).

Dentre todas as plantas daninhas que acometem a cultura do milho, destacam-se o do grupo das monocotiledôneas pois possuem a similaridade de ser gramíneas igual ao milho, e assim estratégias de controle são dificultadas pela seletividade ser prejudicada. Porém, plantas daninhas dicotiledôneas também são preocupantes a cultura, singularmente pelo fato de possuírem resistência a certos herbicidas, dificultando assim seu controle. Nesse sentido, as principais plantas daninhas de difícil controle em meio a cultura do milho são: Buva (*Conyza spp.*), capim amargoso (*Digitaria insularis*), Leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), Caruru (*Amaranthus spp.*), Trapoeraba (*Commelina benghalensis*), Capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) (KARAM; SILVA, 2015).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização e delineamento experimental

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação, anexo à fazenda experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos – PR, tendo como coordenadas geográficas 26° 18' 24" Sul e 54° 54' 25" Oeste, com altitude média de 509 metros acima do nível do mar. A caracterização do clima Segundo Koppen é do tipo Cfa, marcado pelo clima temperado chuvoso e quente, sendo úmido em todas as estações do ano com o verão quente, com temperatura média de 22°C, com precipitações durante o ano inteiro (SANTOS, T. R. A. 2018).

Para a execução do experimento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) dispostos com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram através do arranjo fatorial 3x4, sendo o fator A constituído pela avaliação em três estádios fenológicos vegetativos distintos da cultura do milho (V_3 , V_5 e V_7), ou seja, plantas com três, cinco e sete folhas verdadeiras, respectivamente. Já o fator B composto pelas dosagens que a cultura do milho foi submetida do herbicida EnlistDuo® Colex-D® totalizando quatro dosagens distintas (0, 2, 4 e 6 L.ha⁻¹), sendo a dosagem de 0 L. ha⁻¹ a testemunha, e, portanto, não recebeu nenhuma aplicação do defensivo agrícola. Assim, o estabelecimento dos tratamentos (quadro 1) com as devidas repetições totalizou 40 unidades experimentais distribuídos através de sorteio aleatório (quadro 2), de modo a obter uma aplicação dos tratamentos da forma mais fidedigna.

Quadro 1 – Tratamentos utilizados no experimento

Tratamentos	Estádio	Doses (L.ha ⁻¹)
T1	V_3	2
T2	V_3	4
T3	V_3	6
T4	V_5	2
T5	V_5	4
T6	V_5	6
T7	V_7	2
T8	V_7	4
T9	V_7	6
T10 – Testemunha	V_3, V_5, V_7	0

Fonte: O autor, 2022.

Quadro 2 – Croqui da área experimental dos tratamentos

T10R4	T1R2	T3R3	T5R2
T8R2	T1R3	T5R1	T4R2
T8R3	T3R4	T6R2	T6R1
T10R1	T8R1	T4R1	T2R1
T5R3	T2R4	T4R3	T7R1
T8R4	T6R4	T9R1	T9R4
T10R3	T7R2	T2R3	T9R2
T1R1	T5R4	T3R1	T6R3
T4R4	T7R4	T7R3	T1R4
T9R3	T2R2	T10R2	T3R2

Fonte: O autor, 2022.

Os equivalentes ácidos dos ingredientes ativos 2,4 – D e Glifosato componentes do produto comercial EnlistDuo® Colex-D® referentes as dosagens do produto por hectare são especificadas na tabela 1.

Tabela 2 - Equivalentes ácidos dos ingredientes ativos

Dosagem (L.ha ⁻¹)	E.a 2,4 – D (g/l)	E.a Glifosato (g/l)
2	390	410
4	780	820
6	1170	1230

Fonte: Autor, 2021.

4.2 Implantação e condução do experimento

O híbrido de milho utilizado no experimento foi AS 1730 PRO3, cuja obtentora da cultivar é a empresa Agroeste™. A tecnologia embarcada no híbrido é VT PRO 3™, sendo resistente ao glifosato, complexo de lagartas e larva alfinete. A cultivar apresenta alto teto produtivo, aliada a superprecocidade, boa sanidade das plantas e responsiva a diferentes condições de solo e clima. A população de plantas recomendada para plantio varia conforme a expectativa de produtividade, variando entre 74.000 até 83.000 plantas por hectare, alterando conforme a expectativa de produtividade da cultura (SOARES, 2018).

O experimento foi conduzido em vasos de plástico adequados para o plantio da cultura do milho com capacidade de 10 L. O solo utilizado para preenchimento dos

vasos foi coletado na fazenda experimental da universidade, sendo realizado uma inspeção para retirada de impurezas, torrões e outros materiais presentes.

Para a implantação do experimento, deu-se o plantio do milho em solo úmido no dia 18/04/22, sendo plantado três sementes por vaso na profundidade de 4 cm. O desbaste das plantas ocorreu no dia 02/05/22 quando as plantas já se encontravam totalmente emergidas no estágio V₁ (uma folha verdadeira), e teve a finalidade de deixar somente a planta mais vigorosa, com as melhores condições possíveis para o desenvolvimento do experimento.

Referente a adubação utilizada na cultura do milho, foi feita de duas formas, sendo a adubação de base e de cobertura. Para o devido posicionamento de elementos químicos na cultura do milho segunda safra, utilizou-se as informações contidas no manual de adubação e calagem do estado do Paraná, com base na extração de nutrientes, que é a quantidade extraída de nutrientes do solo pela cultura durante todo o ciclo, com uma expectativa de produtividade do milho de 12.000 kg/ha.

Desse modo, para a adubação de base utilizou-se o formulado 8-15-15 específico na adubação do milho na quantidade de 350 kg/ha (5 g/vaso) para suprir as demandas de Fósforo e Potássio da cultura ao longo de todo o seu ciclo.

Já para a adubação de cobertura, utilizou-se 150 kg/ha de Nitrogênio, sendo que para suprir essa quantidade utilizou-se como fonte a uréia (45% N) na proporção de 333 kg/ha de uréia. Essa quantidade deu-se parcelada em duas aplicações, sendo a primeira no estágio V₄ com 75 kg/ha de N, resultando na quantidade de 166 kg/há de uréia (2,5 g/planta). A segunda aplicação deu-se no estágio V₆ com o restante da quantidade, sendo novamente aplicado 75 kg/ha de N, sendo 166 kg/ha de uréia, na proporção de 2,5 gramas de uréia por planta aplicada.

A irrigação das plantas de milho ocorreu conforme a necessidade da cultura, com o propósito das plantas terem umidade suficiente para realizar seus processos fisiológicos e morfológicos e se desenvolver com vigor.

4.3 Aplicações dos tratamentos

A aplicação das dosagens distintas do herbicida (0, 2, 4 e 6 L.ha⁻¹) sobre as plantas de milho ocorreu nos estádios fenológicos V₃, V₅ e V₇. No primeiro estágio que é o V₃ ocorreu aos 17 dias após o plantio (DAP), o estágio V₅ ocorreu aos 51 DAP e o estágio V₇ ocorreu aos 80 DAP, sendo que o maior intervalo entre os estádios

fenológicos ocorreu pelas condições climáticas não serem favoráveis para o desenvolvimento da cultura do milho.

O equipamento utilizado para a aplicação dos tratamentos no experimento foi um pulverizador elétrico, com capacidade para 20 L de calda, sendo que possui a vantagem de obter melhor precisão no momento da aplicação do produto, pois deposita a quantidade necessária de produto precisamente, pelo fato de ter estabilidade de pressão, e assim proporcionar ao projeto uma autenticidade maior, em comparação a outros equipamentos de aplicação convencional.

A ponta utilizada nas aplicações foi do tipo leque simples, calibrado para um volume de 150 L/ha de calda recomendada para a aplicação do herbicida EnlistDuo® Colex-D®, sendo que a distância utilizada no momento da aplicação foi de aproximadamente 30 cm da ponta até o alvo de aplicação.

4.4 Avaliações e parâmetros avaliados

As avaliações ocorreram a cada sete dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, sendo que parte das avaliações ocorreram ao longo do desenvolvimento da cultura até os 42 DAA, e outra parte dos parâmetros avaliados foram feitos utilizando o material vegetativo, portanto foram retiradas as plantas dos vasos de plástico para realizar os procedimentos necessários após o período citado.

Basicamente, os parâmetros testados no desenvolvimento da cultura, foram a estrutura geral das plantas, fitotoxicidade exercida pelo herbicida, altura das plantas e diâmetro do colmo das plantas de milho. Já nos parâmetros utilizando o material vegetativo foi avaliado a matéria seca e verde da parte aérea e matéria seca e verde da parte radicular.

Para a medição da altura de plantas foi utilizado uma trena graduada, sendo aferido a distância do solo até a inserção da última folha. Já para a medição do diâmetro do colmo foi utilizado um paquímetro graduado, sendo medido o diâmetro de cada planta logo acima do solo no primeiro nó visível.

Para a avaliação da fitotoxicidade foi utilizando uma escala de notas expressando os valores em porcentagem que variam de 0 a 100%, sendo 0 nenhum sintoma fitotóxico e 100% morte das plantas. Para isso, a escala utilizada foi da SBCPD (Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas), apresentada na figura 2.

Figura 2 – Escala de Fitotoxicidade de herbicidas

Conceito	Nota (%)	Observação
Muito Leve	0-5	Sintomas fracos ou pouco evidentes. Nota zero quando não se observam quaisquer alterações na cultura.
Leve	6-10	Sintomas nítidos, de baixa intensidade.
Moderada	11-20	Sintomas nítidos, mais intensos que na classe anterior
Aceitável	21-35	Sintomas pronunciados, porém totalmente tolerados pela cultura.
Preocupante	36-45	Sintomas mais drásticos que na categoria anterior, mas ainda passíveis de recuperação, e sem expectativas de redução no rendimento econômico
Alta	46-60	Danos irreversíveis, com previsão de redução no rendimento econômico.
Muito Alta	61-100	Danos irreversíveis muito severos, com previsão de redução drástica no rendimento econômico. Nota 100 para morte de toda a cultura.

Fonte: Adaptado da SBCPD, 1995.

Já para a segunda parte da avaliação dos parâmetros vegetativos da cultura, foi retirada as plantas dos vasos de plástico e cortada na base entre o caule e as raízes. As raízes foram lavadas com água para retirar todas as porções de solo presentes e devidamente secas ao sol (figura 3), e para a parte aérea foi acondicionada em sacos de papel devidamente identificados (figura 4).

Para a determinação da matéria verde da parte radicular e da parte aérea, foi utilizado uma balança digital, determinando o peso do material fresco antes de ser seco. Posteriormente, foi acondicionado os materiais em estufa com circulação de ar forçada por 72 horas a 70°C, sendo após esse período pesado o material em balança digital e determinando assim o peso seco dos tratamentos, tanto da parte aérea como radicular.

Os resultados obtidos através da tabulação dos dados, foram submetidos a análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey com nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico WinStat®.

Figura 3 – Material radicular sendo secos ao sol



Fonte: O autor, 2021.

Figura 4 – Material vegetativo em sacos de papel



Fonte: O autor, 2021.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Fitotoxicidade

Em relação a fitotoxicidade exercida pelo herbicida EnlistDuo® Colex-D® observada através de avaliação visual sobre escala porcentual, é possível constatar que houve interação entre os fatores testados, sendo as doses do defensivo agrícola e estádios fenológicos para a cultura do milho, conforme mostra a tabela 2.

Tabela 2 – Notas de fitotoxicidade (0-100 %) nos estádios V₃, V₅, V₇ sob as doses de 0, 2, 4 e 6 L.ha⁻¹ em 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação do herbicida EnlistDuo® Colex-D® na cultura do milho.

DAA	L.ha ⁻¹	V ₃	V ₅	V ₇
7	0	0,0 D a	0,0 C a	0,0 B a
	2	7,4 C a	5,0 B a	4,2 A a
	4	28,7 B a	32,0 A a	4,0 A b
	6	57,2 A a	34,5 A b	4,2 A c
14	0	0,0 C a	0,0 B a	0,0 A a
	2	6,1 B a	3,5 B a	1,0 A a
	4	32,1 A a	31,5 A a	2,2 A b
	6	55,8 A a	35,7 A a	0,0 A b
21	0	0,0 B a	0,0 B a	0,0 A a
	2	4,6 B a	2,2 B a	1,0 A a
	4	34,5 A a	29,5 A a	2,2 A b
	6	56,8 A a	35,7 A a	0,0 A b
28	0	0,0 D a	0,0 B a	0,0 A a
	2	4,7 C a	1,7 B ab	0,0 A b
	4	31,2 B a	26,5 A a	0,0 A b
	6	58,6 A a	36,0 A a	0,0 A b
35	0	0,0 C a	0,0 B a	0,0 A a
	2	2,7 C a	2,7 B a	0,0 A a
	4	27,5 B a	20,5 A a	0,0 A b
	6	55,5 A a	30,5 A a	0,0 A b
42	0	0,0 C a	0,0 B a	0,0 A a
	2	0,8 C a	1,5 B a	0,0 A a
	4	24,7 B a	12,5 A a	0,0 A b
	6	52,5 A a	23,7 A b	0,0 A c

Letras Maiúsculas comparam as médias na coluna, e letras minúsculas comparam as médias na linha. Sendo que médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$).

Segregando a tabela 2, observa-se que a fitotoxicidade exercida pelo herbicida na primeira avaliação aos 7 DAA (dias após aplicação), em comparação das diferentes dosagens (2, 4, 6 L.ha⁻¹) com os estádios fenológicos do milho (V₃, V₅ e V₇), é possível notar que houve diferença estatística em relação a testemunha. Porém, em relação a comparação dos estádios fenológicos dentro de cada dosagem, é possível

observar que somente para a dose mais baixa (2 L.ha⁻¹) não houve diferença estatística entre os fatores. Entretanto, para a dosagem de 4 e 6 litros por hectare, houve diferença de fitotoxicidade para os diferentes estádios de aplicação.

Analisando conjuntamente a fitotoxicidade exercida aos 14, 21, 28, 35 e 42 DAA (dias após aplicação), notou-se que houve diferença significativa entre as diferentes dosagens (2, 4, 6 L.ha⁻¹) com os estádios fenológicos V₃ e V₅ em relação a testemunha. Sendo que somente para o estágio fenológico da cultura do milho com 7 folhas verdadeiras (V₇), não diferiram estatisticamente entre as diferentes dosagens, com sintomas muito leves e nulos de fitotoxicidade.

Entretanto, quando verificado os diferentes estádios dentro de cada dosagem específica do produto comercial por hectare, nota-se que na dose mais baixa (2 L.ha⁻¹) houve somente diferença estatística aos 28 DAA em relação a testemunha, comportamento este não notado nas demais avaliações. Logo, para as dosagens mais altas (4 e 6 L.ha⁻¹) houve diferença estatística de todos os estádios fenológicos dentro de cada dosagem. Observa-se, portanto, que nestas maiores doses a fitotoxicidade foi maior nos estádios V₃ e V₅.

Com relação a variável doses do produto comercial por hectare, a medida em que se aumentou as doses do agrotóxico a fitotoxicidade aumentou, chegando ao valor máximo de até 58,6%, sendo que de acordo com a (tabela 1), valores acima de 46% são considerados irreversíveis para as plantas. Em um estudo realizado por Basso *et al.* (2018) em uma mistura de tanque de Glyphosate + 2,4-D nas dosagens de 1080 + 1005 g.ha⁻¹ e a respectivamente, aplicado entre os estádios fenológicos V₅ e V₆ da cultura do milho, ocasionou os maiores valores de fitotoxicidade, chegando a 34% de fitotoxicidade aos 21 DAA.

Relacionado a porcentagem de injúria visual, é corroborado por um experimento similar realizado por Giovanelli, (2019, p. 59) onde testando doses crescentes do herbicida a base de 2,4-D sal colina na cultura do milho, no estágio fenológico V₄ percebeu-se que a medida que se incrementava as doses, a fitotoxicidade também aumentava, sendo que na dosagem de 4 L.ha⁻¹ a injúria visual foi aproximadamente 26% aos 28 DAA, sendo similar ao que foi visualizado no presente estudo.

Em outro estudo realizado por Weirich *et al.*, (2022) utilizando em uma mistura de tanque os herbicidas Glyphosate + 2,4-D aplicado entre os estádios fenológicos V₄ a V₅ da cultura do milho, variedade Syngenta Supremo Vip3, constatou-se que houve

um acréscimo da fitotoxicidade causada pelos princípios ativos citados, em comparação a sua utilização de forma isolada, sendo que na mistura os sintomas de fitotoxicidade foram aumentando até os 35 DAA, alcançando valores máximos de fitotoxidez de 33,3% o que corrobora com os resultados encontradas no presente estudo, já que os valores encontrados foram similares.

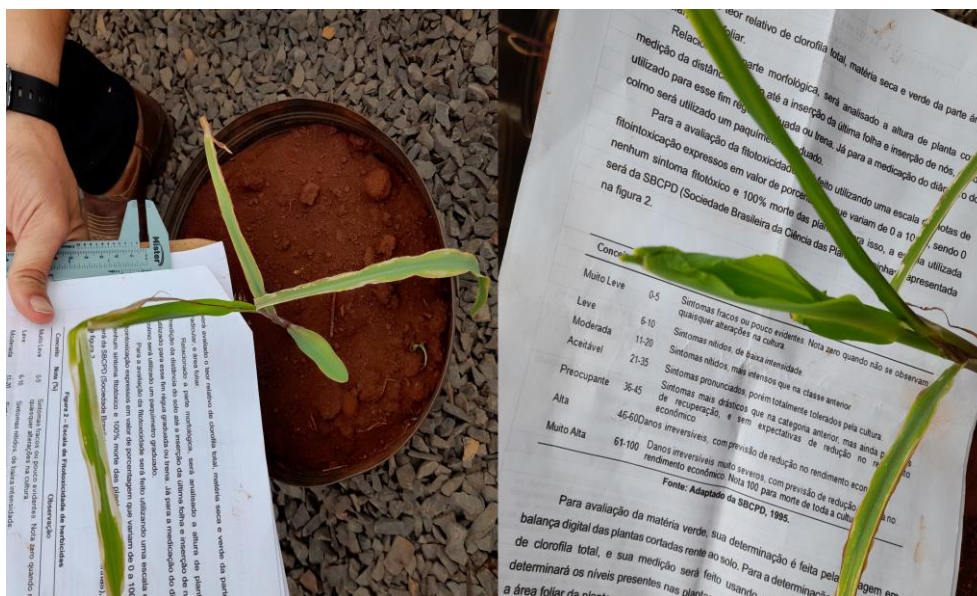
Considerando que houve um aumento progressivo da fitotoxicidade ao passo que se elevou as doses do herbicida, já para a variável resposta estádios fenológicos da cultura do milho observou-se ao contrário, sendo que à medida que as plantas avançaram de um estágio fenológico para outro, a fitotoxicidade diminuiu, alcançando média de valores muito baixos e maioria nulos para fitotoxicidade no estágio fenológico V₇. Esse comportamento provavelmente é explicado pelas diferenças morfológicas e fisiológicas que plantas com maior idade tem em relação as mais novas, resultando em total metabolização e degradação do herbicida pelas plantas.

Como relatado, a aplicação do herbicida EnlistDuo[®] Colex-D[®] ocasionou sintomas fitotóxicos para a cultura do milho. Assim, as injúrias nas plantas foram provocadas pelo ingrediente ativo 2,4-D Sal Colina, já que o híbrido em questão contém a tecnologia RR2[™] e, portanto, é tolerante ao princípio ativo Glifosato.

Em geral, a fitotoxicidade originada pelo sal colina de 2,4-D nas plantas de milho, foram semelhantes aos sintomas expressos pelo sal amina, já que por se tratar de um novo sal, os sintomas ainda são pouco conhecidos na literatura. Desse modo, a sintomatologia observada ao longo das avaliações foram clorose e pontos necróticos nas folhas, seca prematura das bordas e ponteiros das folhas, enrolamento das folhas, epinastia, senescência de folhas, morte de plantas, crescimento anormal de tecidos e órgãos das plantas, engrossamento do caule, e inclinação nas hastes das plantas gerando o sintoma conhecido como "pescoço de ganso" (figura 5).

Os sintomas de fitotoxicidade testemunhados no experimento é validado por Junior (2011), onde cita o mecanismo de ação e a forma como os herbicidas auxínicos agem nas plantas, atuando primeiramente na acidificação da parede celular, alterando a plasticidade e interferindo no metabolismo dos ácidos nucleicos. Esses efeitos geram um desbalanço hormonal em virtude da biossíntese de etileno e demais hormônios, pois atuam diretamente na divisão e alongação celular, ocorrendo o crescimento desordenado do tecido vegetal, evidenciando os sintomas observados (figura 6).

Figura 5 – Sintomas foliares na cultura do milho



Fonte: O autor, 2022.

Figura 6 – Sintomas hormonais nas plantas



Fonte: O autor, 2022.

5.2 Altura de plantas

Em relação ao parâmetro avaliado altura das plantas de milho, foi possível constatar que houve interação entre os fatores doses do defensivo agrícola e estádios fenológicos para a cultura do milho, conforme mostra a tabela 3.

Tabela 3 – Altura das plantas de milho (em cm), nos estádios V₃, V₅, V₇ sob as doses de 0, 2, 4 e 6 L.ha⁻¹ do herbicida EnlistDuo[®] Colex-D[®]

L.ha ⁻¹	V ₃	V ₅	V ₇
0	50,9 A c	103,1 A b	156,0 A a
2	52,0 A c	76,0 AB b	159,2 A a
4	46,4 A c	94,0 AB b	159,2 A a
6	52,7 A c	91,6 AB b	152,2 A a

Letras Maiúsculas comparam as médias na coluna, e letras minúsculas comparam as médias na linha. Sendo que médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$).

Comparando as médias de altura de plantas, foi possível verificar que houve diferença estatística em relação a testemunha, quando comparado as diferentes dosagens (2, 4, 6 L.ha⁻¹) somente no estágio fenológico V₅. Ademais, quando contrastado os diferentes estádios fenológicos do milho em cada dosagem específica do herbicida, notou-se que houve diferença estatística em todos os fatores.

É válido ressaltar que no estágio fenológico V₅ das plantas de milho, mesmo que estatisticamente nas diferentes dosagens do agrotóxico, as alturas se mantiveram iguais nas doses 4 e 6 L.ha⁻¹ em relação a testemunha, observou-se de certa forma uma tendência da interação do herbicida EnlistDuo[®] Colex-D[®] na altura das plantas desse estágio. Sendo que na dose mais baixa (2 L.ha⁻¹) o porte da cultura foi menor, diferindo da testemunha.

Esse efeito pode ser explicado pela ação hormonal do princípio ativo 2,4 – D nas plantas, onde age nos mesmos sítios de ação da auxina natural das plantas, que é o hormônio regulador de crescimento. Com a aplicação de herbicida hormonal, a concentração de auxina é alterada, onde não consegue ser regulada pelo metabolismo celular, mantendo-a em alto nível, com isso, ocorre uma desregulação do metabolismo da planta, desencadeando uma elevada alongação celular e aumento da síntese proteica.

Assim, todos esses eventos bioquímicos e metabólicos desencadeados nas plantas, ocasionam crescimento celular abundante, principalmente nas regiões meristemáticas, e por isso, ocorre o maior crescimento, quando a planta entra em contato com essa molécula (CARVALHO, 2013, p. 46). Essa afirmação pode ser observada em um experimento realizado por Farinelli, Penariol e Lemos (2005), onde constataram que em doses crescentes de 2,4-D na cultura do milheto, houve maiores valores de altura das plantas.

Em contrapartida, diversos trabalhos apontam para o efeito redutivo que a molécula 2,4-D tem em relação à altura de plantas, sendo que conforme se aumenta

as doses do ingrediente ativo, o porte das plantas diminui. Esse fator é afirmado pelo estudo realizado por Gomes *et al.* (2017), que concluiu que em doses crescentes de 2,4-D e Glifosato proporcionaram menores alturas de plantas. Entretanto, no presente estudo foi verificado que no estágio fenológico V₅ para altas dosagens, houve um aumento consecutivo na altura de plantas, denotando o efeito hormonal dessa substância.

Por conseguinte, é válido ressaltar também que a interação estatística encontrada para cada dosagem específica do herbicida dentro de cada estágio fenológico do milho, não se mostra como um bom parâmetro para analisar o efeito do produto dentro de cada dosagem específica, visto que a planta à medida que se desenvolve e avança de um estágio fenológico para outro, obviamente crescerá de tamanho, não podendo afirmar nesse caso se houve interação das diferentes dosagens do herbicida, nos diferentes estágios fenológicos das plantas.

5.3 Diâmetro de colmo

Em relação ao parâmetro avaliado diâmetro de colmo das plantas de milho, é possível constatar que houve interação estatística entre as variáveis resposta doses do defensivo agrícola e estágios fenológicos para a cultura do milho, conforme mostra a tabela 4.

Tabela 4 – Diâmetro de colmo das plantas de milho (em mm), nos estágios V₃, V₅, V₇ sob as doses de 0, 2, 4 e 6 L.ha⁻¹ do herbicida EnlistDuo® Colex-D®

L.ha ⁻¹	V ₃	V ₅	V ₇
0	5,2 A b	14,2 A a	18,0 A a
2	5,5 A c	10,5 A b	16,2 A a
4	4,2 A c	13,4 A b	18,7 A a
6	5,7 A b	13,1 A a	16,0 A a

Letras Maiúsculas comparam as médias na coluna, e letras minúsculas comparam as médias na linha. Sendo que médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$)

Observando a tabela 4, foi possível verificar que houve interação estatística do herbicida EnlistDuo® Colex-D® no parâmetro diâmetro de colmo de plantas, em relação a testemunha. Logo, houve interação quando comparado as diferentes dosagens específicas do produto, dentro dos diferentes estágios fenológicos, sendo que não houve interação quando comparado as diferentes dosagens, nos diferentes estágios.

A explicação ante esse aspecto, muito provavelmente também se relaciona com o parâmetro abordado na seção altura de plantas, sendo que nas plantas de estágios fenológicos mais superiores, o diâmetro do colmo observado foi maior, representando pelo crescimento e desenvolvimento natural das plantas, não podendo nesse caso afirmar se houve ou não influência do herbicida nessa variável.

Entretanto, se observado que um dos sintomas da molécula 2,4-D nas plantas é o engrossamento do caule logo acima do solo no 1º nó visível, já que se trata de um herbicida hormonal abordado anteriormente, hipoteticamente pode ter havido uma influência do produto nesse parâmetro à medida que se aumentou as dosagens e o estágio.

5.4 Massa verde e seca da raiz

Foi possível verificar que em relação aos parâmetros avaliados massa seca e verde da parte radicular, que não houve interação significativa entre os fatores doses do defensivo agrícola EnlistDuo® Colex-D® e estádios fenológicos para a cultura do milho, concluindo assim, que a ação do herbicida não interferiu nestas variáveis. Fatores isolados também não apresentaram diferença estatística (tabelas 5 e 6).

Tabela 5 – Massa verde da raiz (em gramas), nos estádios V₃, V₅, V₇ sob as doses de 0, 2, 4 e 6 L.ha⁻¹ do herbicida EnlistDuo® Colex-D®

L.ha ⁻¹	V ₃	V ₅	V ₇
0	42,4 A a	45,3 A a	47,5 A a
2	29,3 A a	39,7 A a	31,9 A a
4	28,4 A a	41,8 A a	28,4 A a
6	35,2 A a	35,2 A a	35,2 A a

Letras Maiúsculas comparam as médias na coluna, e letras minúsculas comparam as médias na linha. Sendo que médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$).

Tabela 6 – Massa seca da raiz (em gramas), nos estádios V₃, V₅, V₇ sob as doses de 0, 2, 4 e 6 L.ha⁻¹ do herbicida EnlistDuo® Colex-D®

L.ha ⁻¹	V ₃	V ₅	V ₇
0	16,4 A a	17,5 A a	16,9 A a
2	11,9 A a	13,8 A a	15,0 A a
4	11,0 A a	17,4 A a	13,4 A a
6	15,1 A a	15,1 A a	15,1 A a

Letras Maiúsculas comparam as médias na coluna, e letras minúsculas comparam as médias na linha. Sendo que médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$).

5.5 Massa verde da parte aérea

Com relação ao parâmetro morfológico massa verde da parte aérea, é possível constatar que somente houve diferença significativa entre os estádios fenológicos para a cultura do milho, conforme é exposto na tabela 7.

Tabela 7 – Massa verde da parte aérea (em gramas), nos estádios fenológicos V₃, V₅, V₇ do herbicida EnlistDuo® Colex-D®

Estádio	Médias (MVPA)
V ₃	215,6 B
V ₅	217,3 B
V ₇	266,6 A

Letras Maiúsculas comparam as médias na coluna, sendo que médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$).

Diante disso, é possível observar que houve somente diferença estatística entre os diferentes estágios fenológicos do milho (V₃, V₅, V₇), onde somente o estágio fenológico V₇ diferiu dos demais.

Posteriormente, convém prever que conforme as plantas crescem, a matéria fresca da parte aérea também aumenta, sendo nesse caso uma proporção diretamente proporcional. Na tabela 7, observa-se que estatisticamente as médias de peso de matéria fresca em V₃ e V₅ ficaram iguais, somente diferindo o peso para o estágio V₇, nesse caso podendo ser explicado pelo rápido crescimento que as plantas tiveram de um estágio para outro, havendo incremento de matéria verde.

Esse parâmetro avaliado é corroborado pelo estudo realizado por Reis *et al.*, (2010) que trabalhando com diferentes dosagens do produto comercial U 46® D- Fluid 2,4-D aplicado em pós emergência entre V₅ e V₆ na cultura do milho variedade ORION, não observou diferença significativa entre os dados testados, somente uma leve tendência de queda de matéria seca da parte aérea à medida que se incrementou as doses do herbicida.

Nesse caso, a influência do herbicida a base de 2,4 – D sal colina não diferiu conceitualmente do herbicida a base de sal amina, ocorrendo para esse parâmetro comportamento parecido com relação a matéria verde da parte aérea.

5.6 Massa seca da parte aérea

Com relação ao parâmetro morfológico massa verde da parte aérea, é possível constatar que também houve interação estatística entre os estádios fenológicos para a cultura do milho, conforme é exposto na tabela 7.

Tabela 8 – Massa seca da parte aérea (em gramas), nos estádios fenológicos V₃, V₅, V₇ do herbicida EnlistDuo® Colex-D®

Estádio	Médias (MSPA)
V ₃	70,3 AB
V ₅	65,5 B
V ₇	88,4 A

Letras Maiúsculas comparam as médias na coluna, sendo que médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$).

Assim como ocorreu para a matéria fresca, para a matéria seca da parte aérea ocorreu comportamento similar, sendo que estatisticamente ocorreu no estágio V₇ a maior média de massa seca, seguido pelo estágio V₃ e V₅. Nesse caso, observa-se uma certa tendência de diminuição de matéria seca do estágio V₃ para V₅, o que de maneira geral aumentou exponencialmente no estágio V₇.

O aumento no peso de matéria seca notado nesse caso, muito provavelmente é também em relação ao crescimento natural das plantas.

Entretanto, em outro estudo desenvolvido por Giovanelli (2019, p. 61), concluiu que na dosagem de 4 L.ha⁻¹ e doses superiores do herbicida Enlist® Colex-D® que contém a molécula 2,4-D sal colina, ocorreu redução significativa dessa variável. Entretanto, a utilização do herbicida EnlistDuo® Colex-D® na variável massa seca aérea não ocasionou efeito redutivo ou de acréscimo nos pesos de matéria fresca e seca da parte aérea, com relação as dosagens do herbicida. Desse modo, denota-se a discrepância para o experimento citado, muito provavelmente nesse caso pelo ingrediente ativo Glifosato, o que fez com que se anulasse o efeito do herbicida para esta variável.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse sentido, é possível inferir que a aplicação do herbicida EnlistDuo® Colex-D® no presente estudo desencadeou problemáticas específicas para a cultura do milho, sendo totalmente dependente da dosagem aplicada e estágio fenológico da cultura.

Dessa forma, na dosagem mais baixa do produto (2 L.ha⁻¹) ocasionou as menores porcentagens de injúrias para as plantas, independente do estágio fenológico que foi aplicado o produto. Já para as dosagens máximas (4 e 6 L.ha⁻¹) do herbicida, foi observado os maiores danos para a cultura do milho, gerando diversos efeitos sintomáticos. Entretanto, à medida que se progrediu os estádios fenológicos da cultura, até o último avaliado (V₇), as injúrias foram muito baixas e nulas, contrariando a hipótese levantada.

A priori, os efeitos desencadeados pela aplicação do herbicida não afetaram drasticamente os parâmetros morfológicos avaliados, salvo exceções específicas onde não foi possível distinguir se houve ou não efeitos aparentes dependendo da dose e estágio fenológico.

Nesse sentido, fica evidente que o herbicida EnlistDuo® Colex-D® é seguro de ser utilizado em baixas doses, independente do estágio fenológico da cultura do milho. Já para altas dosagens o produto deve ser utilizado com cautela, não devendo ser aplicado altas doses nos estádios V₃ e V₅, sendo seletivo para a cultura no estágio nessa ocasião somente no estágio V₇.

Ainda, é necessário que haja o monitoramento prévio da cultura de interesse, assim como das plantas daninhas presentes na área, afim de saber qual dosagem a ser aplicada para controlar com êxito as plantas invasoras sem que haja prejuízos na cultura principal.

Ademais, convém ressaltar a necessidade de aprofundamento de estudos científicos com base na seletividade de produtos químicos, a fim de conhecer os momentos ideais para aplicação, assim como a quantidade depositada. Assim, destaca-se a sugestão do presente experimento ser implementado a campo, com o objetivo de validar e aumentar a confiabilidade dessa problemática, para que se tenha uma segurança ainda maior na utilização do herbicida.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **EnlistDuo**® **Colex-D**. 2021. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/agrofit.ap_download_blob_agrofit?p_id_file=412378&p_nm_file=F834625449/Bula_AGROFIT_EnlistDuoColex-D_2021_11_12.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2021.
- A deriva de 2,4-D no RS e a tecnologia Enlist neste cenário. **Mais Soja**. 14 de jun. de 2021. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/a-deriva-de-24-d-no-rs-e-a-tecnologia-enlist-neste-cenario/>>. Acesso em: 07 set. 2022.
- BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A cultura do milho**. Évora. Universidade de Évora, 2014. Disponível em: <<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>>. Acesso em: 9 nov. 2021
- BASSO, F. J. M. *et al.* Manejo de plantas daninhas em milho RR® com herbicidas aplicados isoladamente ou associados ao glyphosate. **Revista de Ciências Agroveterinarias**, v. 17, n. 2, p. 148–157, 2018.
- BIBLIA. 2 Coríntios. Português. *In*: Bíblia Sagrada: novo testamento. Tradução dos Monges de Maredsous. São Paulo: Ed. Ave-Maria, 2002, Cap. 09, vers.06.
- CARVALHO, L. B. DE. **Herbicidas**. 1. ed. Lages – SC: 2013.
- CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira 21/22 12º levantamento. **companhia nacional de abastecimento**, v. 9, n. 12, p. 1–88, set. 2022.
- CORTEVA. **Bula DMA® 806 BR**. 2019. Disponível em: <https://www.corteva.com.br/content/dam/dpagco/corteva/la/br/pt/products/files/Bula_DMA-806-BR_141117.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- CORTEVA. Sistema Enlist. 2021. Disponível em: <<https://www.corteva.com.br/produtos-e-servicos/tecnologias/sistema-enlist.html>>. Acesso em: 9 nov. 2021.
- CRUZ, J. C. *et al.* O produtor pergunta, a Embrapa responde. **Coleção 500 perguntas 500 respostas: milho**, p. 1–20, 2011.
- CRUZ, J. C. *et al.* Quatrocentas e Setenta e Sete Cultivares de Milho estão Disponíveis no Mercado de Sementes do Brasil para a Safra 2015/16 Embrapa Milho e Sorgo Sete Lagoas, MG 2015 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Milho e Sorgo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **documentos 185**, p. 1–29, dez. 2015.
- DEKALB. A precocidade do híbrido de milho. 9 de abr. de 2018. Disponível em: <<https://www.dekalb.com.br/pt-br/conteudos/a-precocidade-do-hibrido-de-milho.html>>. Acesso em: 5 nov. 2021.

FARINELLI, R. *et al.* **Desempenho agrônômico de cultivares de milho nos períodos de safra e safrinha.** p. 235–241, 2 abr. 2003.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; LEMOS, L. B. **Eficiência do herbicida 2,4 d no controle de *Raphanus raphanistrum* L., em pós-emergência na cultura de milho.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 4, n. 01, p. 104–111, 2005.

Fenologia do Milho. **PIONEER.** 2018. Disponível em: <<https://www.pioneersementes.com.br/blog/41/fenologia-do-milho>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

FONTES, J. R. A. *et al.* Manejo integrado de plantas daninhas. **Documentos 103**, p. 1–47, dez. 2003.

GIOVANELLI, B. F. **SELETIVIDADE DE HERBICIDAS SOBRE MILHO ENLIST TM.** 2019. 86 f. Dissertação (mestrado em Agronomia). UNESP, Botucatu, 2019.

GOMES, S. A. *et al.* Residual effect of mixture of glyphosate and 2,4-D in winter maize in different soil textures. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 317–321, 29 mar. 2017.

GOTTEMS, L. **Milho transgênico RR2 rende 5 sacas a mais por hectare, apontam testes.** Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/milho-transgenico-rr2-rende-5-sacas-a-mais-por-hectare--apontam-testes_181465.html>. Acesso em: 27 out. 2021.

HRAC-BR. **RÓTULOS COM MAIS INFORMAÇÃO: Mais eficiência no manejo da resistência.** Disponível em: <https://b73f4c7b-d632-4353-826f-b62eca2c370a.filesusr.com/ugd/48f515_8744edf6396c4173a8db79e878b43061.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2021.

INOUE, L. **O que é herbicida e como aumentar a produtividade de sua fazenda.** Disponível em: <<https://blog.agromove.com.br/o-que-e-herbicida/>>. Acesso em: 26 out. 2021.

JUNIOR, R. S. DE O. Capítulo 7 Mecanismos de Ação de Herbicidas. Em: **Biologia e manejo de plantas daninhas.** [s.l.: s.n.]. p. 141–192.

KARAM, D.; OLIVEIRA, M. F. DE. Seletividade de herbicidas na cultura do milho. **Circular Técnica 98**, p. 1–8, 14 maio 2007.

KARAM, D.; SILVA, J. A. A. DA. controle químico de plantas daninhas na cultura do milho. **Seminário nacional de milho safrinha**, p. 141–153, 2015.

MAGALHÃES, P. C. *et al.* Fisiologia do Milho. **Circular Técnica 22**, p. 1–23, dez. 2002.

MENEGALDO, J. A. **A importância do milho na vida das pessoas.** Revista Cultivar, 2015. Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/artigos/a-importancia-do-milho-na-vida-das-pessoas>>. Acesso em: 3 nov. 2021.

Milho e suas riquezas – História. **SINDMILHO & SOJA**. São Paulo: 2005. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/sindmilho/sobre-o-sindmilho/curiosidades/milho-e-suas-riquezas-historia/>>. Acesso em: 3 nov. 2021.

MILHO SAFRINHA: COMO MELHORAR A PRODUTIVIDADE. **GA Agrosoluções**. Disponível em: <<https://gaagrosolucoes.com.br/milho-safrinha-como-melhorar-a-produtividade/>>. Acesso em: 5 nov. 2021.

PACELLI. **Guia de uso do produto 2020**. 2020. Disponível em: <https://www.enlist.com/content/dam/dpagco/enlist/la/brasil/pdfs/Guia_de_herbicidas.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2021.

PLACIDO, H. F. **Variedades de milho mais produtivas para sua lavoura: como escolher**. 2020. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/variedades-de-milho-mais-produtivas/>>. Acesso em: 5 nov. 2021.

Plantio de milho safrinha: conceitos, época de semeadura e ciclo **SEMENTES Biomatrix**. 11 de mar. de 2021. Disponível em: <<https://sementesbiomatrix.com.br/blog/safrinha/plantio-de-milho-safrinha/>>. Acesso em: 3 nov. 2021.

PRESOTO, J. C. **Herbicidas mimetizadores de auxinas**. 2018. 7 f. (revisão de Pós-Graduação) – ESALQ/USP, Piracicaba: 2018.

REIS, T. C. *et al.* REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA Efeitos de fitotoxicidade do herbicida 2,4-D no milho em aplicações pré e pós-emergência. **Revista e Biologia e Ciências da terra**, v. 10, n. 1, p. 1–10, 2010.

RODRIGUES, A. Herbicidas Enlist Colex-D reduzem o potencial de deriva em até 90% nas lavouras de soja e milho | **Revista Cultivar**. Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/noticias/herbicidas-enlist-colex-d-reduzem-o-potencial-de-deriva-em-ate-90-nas-lavouras-de-soja-e-milho>>. Acesso em: 9 nov. 2021.

SANTOS, M. S. Enlist®: a tecnologia que promete aumentar a eficiência no controle de plantas daninhas. **Mais soja**. 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/enlist-a-tecnologia-que-promete-aumentar-a-eficiencia-no-controle-de-plantas-daninhas/>. Acesso em: 09 dez. 2022.

SANTOS, T. R. A. Classificação climática de Köppen-Geiger. **InfoEscola**. 2018. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/geografia/classificacao-climatica-de-koppen-geiger/>>. Acesso em: 8 nov. 2021.

SILVA, K. S. DA. 2,4-D: um novo modo de controlar plantas daninhas. **Weedout**. 2019. Disponível em: <<https://weedout.com.br/24-d/>>. Acesso em: 9 nov. 2021a.

SILVA, K. S. DA. Glifosato, o herbicida que mudou a história. **Weedout**. 2019. Disponível em: <<https://weedout.com.br/glifosato-o-herbicida-que-mudou-a-historia/>>. Acesso em: 10 nov. 2021b.

SOARES, G. Agroeste lança cinco híbridos de milho para a safra verão 2018/19 e safrinha 2019. **Agroeste**. 2018. Disponível em: <<https://ruralpecuaria.com.br/tecnologia-e-manejo/milho/agroeste-lanca-cinco-hibridos-de-milho-para-a-safra-verao-2018-19-e-safrinha-2019.html>>. Acesso em: 10 out. 2022.

TORRES, L. Safra e Safrinha: O que são e qual a principal diferença entre elas. **Syngenta**. 2021. Disponível em: <<https://blog.syngentadigital.ag/safra-e-safrinha/>>. Acesso em: 3 nov. 2021.

WEIRICH, S. N. *et al.* Associação em tanque de glyphosate e 2,4-D aplicados na cultura do milho RR. **I Encontro Sul-Brasileiro de Fitossanidade**, p. 1–4, 2022.

WEISMANN, M. Fases de desenvolvimento da cultura do milho. **Tecnologia e produção: Milho safrinha e culturas de inverno**, p. 31–38, 2008.

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. DE C. E. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. **IPNI**, p. 1–32, set. 2007.

YAMASHITA, M. G. N.; SANTOS, J. E. G. Rótulos e bulas de agrotóxicos. **Design e ergonomia: aspectos tecnológicos**. São Paulo: Editora UNESP. p. 198-222. 2009.