

INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO  
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**RUBENS PISKE RODRIGUES**

**MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO: Uma Revisão  
Bibliográfica**

Colatina-ES

2022

RUBENS PISKE RODRIGUES

**MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO: Uma Revisão  
Bibliográfica**

Trabalho de Conclusão de Curso I, apresentado à disciplina de TCC II do curso de Graduação em Agronomia do Instituto Federal do Espírito Santo como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Jadier de Oliveira Cunha Junior

Co-orientador: Leonardo Raasch Hell

Colatina-ES

2022

(Biblioteca do Campus Itapina)

R006m Rodrigues, Rubens Piske.

Manejo de plantas daninhas na cultura do milho: uma revisão bibliográfica  
/ Rubens Piske Rodrigues. - 2022.  
37 f..

Orientador: Jadier de Oliveira Cunha Junior  
Coorientador: Leonardo Raasch Hell

TCC (Graduação) Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina,  
Agronomia, 2022.

1. Plantas daninhas. 2. Herbicidas. 3. Cereais. 4. Capina. 5. Controle  
químico. I. Cunha Junior, Jadier de Oliveira. II. Hell, Leonardo Raasch.  
III. Título IV. Instituto Federal do Espírito Santo.

CDD: 633.15

Bibliotecário/a: Débora do Carmo de Souza CRB6-ES nº 031



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR  
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CAMPUS ITAPINA  
Rodovia BR-259, Km 78, Zona Rural, Colatina, CEP 29709-910  
Tel (27) 3723-1221 Fax (27) 3723-1244

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTOR: Rubens Piske Rodrigues  
ORIENTADOR: Jadier de Oliveira Cunha Junior

Aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências do componente curricular de Trabalho de Conclusão de Curso, para obtenção do grau de Agrônomo pelo Instituto Federal do Espírito Santo, *Campus Itapina*.

Jadier de Oliveira Cunha Junior  
Presidente da Banca Examinadora

José Molesto da Fonseca  
Membro

Leonardo Haash Heli  
Membro

Aurélio dos Santos Couto  
Membro

Colatina (ES), 15 de julho de 2022

## RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é oriundo da América Central e está entre os três cereais mais plantados do mundo, sendo que mais de 150 espécies são destinadas ao consumo humano e ração animal. O controle inadequado de plantas daninhas é um dos principais fatores relacionados ao baixo rendimento da cultura do milho proporcionando perdas que podem chegar 80%, dependendo da espécie infestante. Entre as características das plantas daninhas está a sua alta agressividade, mesmo quando submetidas a ambientes adversos ao milho (COSTA et al., 2019). Considerando esta problemática, este estudo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre as diferentes estratégias de controle no manejo de plantas daninhas na cultura do milho. A metodologia deste estudo possui caráter exploratório de revisão bibliográfica, sendo baseada na bibliografia propositiva, proposta por KOHLS-SANTOS et al. (2021). Embora existam inúmeros métodos de controle em que a escolha de um ou mais métodos dependem da agrometeorologia local, nível de infestação, matéria orgânica, tipo de solo e espécies envolvidas, os resultados dos estudos apontam sempre para vantagem do controle precoce das plantas daninhas sobre a produtividade, que quando realizada aos dois dias antes da emergência, já se obtém resultados positivos. Em situações de elevada infestação de plantas daninhas, o retardo na época de controle a partir de dez dias da emergência já afeta negativamente as características das plantas de milho, sendo mais evidente para a capina com herbicidas.

Palavras-chave: plantas daninhas; herbicidas; cereais; capina; controle químico.

## ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) comes from Central America and is among the three most planted cereals in the world, with more than 150 species destined for human consumption and animal feed. Inadequate weed control is one of the main factors related to the low yield of corn, providing losses that can reach 80%, depending on the weed species. Among the characteristics of weeds is their high aggressiveness, even when subjected to adverse corn environments (COSTA et al., 2019). Considering this problem, this study aims to carry out a literature review on the different control strategies in the management of weeds in corn. The methodology of this study has an exploratory bibliographic review character, being based on the propositional bibliography, proposed by KOHLS-SANTOS et al. (2021). Although there are numerous control methods in which the choice of one or more methods depends on the local agrometeorology, level of infestation, organic matter, soil type and species involved, the results of the studies always point to the advantage of early weed control over productivity, which when performed two days before emergence, positive results are already obtained. In situations of high weed infestation, the delay in the control period from ten days after emergence already negatively affects the characteristics of corn plants, being more evident for weeding with herbicides.

Keywords: weeds; herbicides; cereals; weeding; chemical control.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo Geral.....	10
2.2 Objetivos Específicos .....	10
3 METODOLOGIA.....	11
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	12
4.1 Cultura do milho no agronegócio.....	12
4.2 Botânica, Características Morfológicas e Fenológicas do Milho.....	14
4.3 Importância do Controle de Plantas Daninhas na Produção da Cultura do Milho .....	16
4.4 Plantas Daninhas que Afetam a Cultura do Milho no Estado do Espírito Santo .....	18
4.5 Métodos de Controle de Plantas Daninhas na Cultura do Milho .....	20
a. Métodos de Controle Preventivo.....	21
b. Cultural .....	21
c. Uso de variedades adaptativas .....	21
d. Densidade de semeadura e espaçamento .....	21
e. Época de plantio.....	22
f. Uso de cobertura morta.....	22
g. Alelopatia.....	23
h. Rotação de culturas .....	23
i. Capina manual .....	23
j. Capina mecânica.....	24
l. Químico .....	24
4.6 Manejo de Plantas Daninhas Antes da Semeadura.....	25
4.7 Manejo de Plantas Daninhas Pós da Semeadura.....	28
4.8 Resistência de planta daninhas a Herbicidas .....	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	31
6 REFERÊNCIAS .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é oriundo da América Central e está entre os três cereais mais plantados do mundo, sendo que mais de 150 espécies são destinadas ao consumo humano e ração animal (ABIMILHO, 2021). A safra 2020/21 produziu 1,12 bilhões de toneladas, onde 64% vêm de países como Estados Unidos da América, China e Brasil (COÊLHO, 2021). A importância econômica do milho é ampla, por integrar as necessidades nutricionais para vida humana e animal. A produção consiste principalmente de rações para avicultura e suinocultura, silagem para bovinocultura, alimentação humana como substituto da farinha de trigo, além de fazer parte de bebidas, álcool, óleos e cola (SILVA et al. 2017).

Para crescimento e bom desenvolvimento da cultura do milho é imprescindível a influência mútua de uma série de fatores ambientais, depende, por exemplo, da temperatura, radiação solar e disponibilidade de água, são requisitos fundamentais para que a cultura possa expressar o máximo seu potencial genético (COSTA et al., 2019). As práticas relacionadas ao manejo do estão entre os mais importantes para esta cultura, assim, é basilar que o solo tenha as características químicas e físicas estabelecidas, para que a cultura alcance produtividade.

O controle inadequado de plantas daninhas é um dos principais fatores relacionados ao baixo rendimento da cultura do milho proporcionando perdas que podem chegar 80%, dependendo da espécie infestante. Entre as características das plantas daninhas está a sua alta agressividade, mesmo quando submetidas a ambientes adversos ao milho (COSTA et al., 2019). Para CUSTÓDIO (2019, pag. 5) “Entre as principais espécies de plantas daninhas do milho destacam-se, o azevém (*Lolium multiflorum*), o milhã (*Digitaria sanguinalis*), o caruru (*Amaranthus deflexus*), a corda-de-viola (*Ipomea purpurea*), o picão-preto (*Bidens pilosa*), o sorgo-de-alepo (*Sorghum halepense*) e a tiririca (*Cyperus rotundus*).”



A determinação da intensidade de interferência das plantas infestantes sobre as culturas de interesse é quantificada através da avaliação dos períodos de interferência, sendo completamente influenciada pelas condições edafoclimáticas da região (CUSTÓDIO et al. 2019, pag. 5). A identificação de ervas daninhas é a chave para um programa eficaz de manejo de ervas daninhas do milho.

Os produtores de milho devem fazer um inventário de ervas daninhas para auxiliar na seleção de programas de controle. Ao adaptar os programas de controle para atender aos problemas de cada campo, os produtores podem minimizar os custos de controle de ervas daninhas enquanto maximizam os rendimentos e os lucros. Um inventário pode ser feito explorando os campos duas ou três vezes durante o ano e registrando os tipos (como anuais de folhas largas ou gramíneas anuais) de ervas daninhas presentes em cada campo (NETO et al. 2019).

Recomenda-se que a primeira observação deve ser feita quando o milho tiver 60cm de altura. Essas observações no início da temporada revelam a eficácia dos herbicidas pré-plantio ou pré-emergência, se usados, e sugerem a possível necessidade de cultivo ou de aplicações de herbicidas pós-emergência. Uma segunda olhada nos campos no meio do verão pode fornecer informações sobre a eficácia geral das práticas de controle de ervas daninhas e fornecer informações sobre como o programa pode ser ajustado nos próximos anos (NETO et al. 2019).

A identificação incorreta de plantas daninhas problemáticas pode significar a diferença entre lucro e prejuízo. Embora o ciclo de vida de uma planta daninha, incluindo seu(s) método(s) de reprodução, seja a característica de identificação mais importante, às vezes é necessário conhecer a espécie exata antes de selecionar as medidas de manejo de plantas daninhas (GONÇALVES et al. 2021). Considerando esta problemática, este estudo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre as diferentes estratégias de controle no manejo de plantas daninhas na cultura do milho.

## **2 OBJETIVOS**

### 2.1 Objetivo Geral

Discorrer sobre as diferentes estratégias de controle no manejo de plantas daninhas na cultura do milho.

### 2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Mostrar o estado da arte que envolve o controle estratégico de plantas daninhas e compreender os conceitos e importância da cultura do milho.
  
- ✓ Realizar um levantamento bibliográfico sobre as atualidades do controle de plantas daninhas na cultura do milho, assim como fatores que influenciam e o impacto que este sistema gera na economia a fim de esclarecer os aspectos que viabilizam o acesso ao produtor.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia deste estudo possui caráter exploratório de revisão bibliográfica, sendo baseada na bibliografia propositiva, proposta por KOHLS-SANTOS et al. (2021). A Seleção dos temas foram em artigos científicos, dissertações e teses. As pesquisas foram realizadas em plataformas como SCIENCE DIRECT, SCIELO (Scientific Electronic Library Online), ERIC (Educational Resources Information Center), google acadêmico, Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e a BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações).

Nesta pesquisa foram utilizados critérios de inclusão dos artigos, sendo eles, prioritariamente de pesquisas publicadas nos últimos 5 anos (2017 a 2021), com exceção de temas e pesquisas que foram fundamentais cita-los e que não há conceitos e/ou estudos recentes.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Cultura do milho no agronegócio

Em meio à crise da covid-19, o desempenho do agronegócio no Brasil tem sido resiliente e surpreendente, o que é reforçado por diversos recordes que o setor bateu em 2020. O bom desempenho está diretamente relacionado às suas exportações. Além disso, foram registradas produções recordes para a agropecuária em 2020. Na pecuária, apesar do modesto aumento da produção, os aumentos de preços garantiram o crescimento da receita, o que está atrelado à forte demanda internacional por carnes brasileiras (SHINKAI et al. 2020).

A Pesquisa Focus, divulgada pelo Banco Central do Brasil, estima que o câmbio esteja em R\$ 5,30 até o final deste ano, enquanto a economia brasileira pode crescer 4,36%. No campo, os dados da Conab indicam novos recordes para a produção de soja e milho, e suas áreas devem crescer 4,2% e 8,8%, respectivamente. Já para as carnes, o bom desempenho das exportações deve continuar (SÁ et al. 2020).

Apesar dos registros, alguns fatores devem ser considerados: a) o forte crescimento da agropecuária foi, na verdade, uma recuperação, por conta da queda da renda real no segmento de 2017 para 2019; b) parte dos produtores que já haviam comercializado sua produção não pôde aproveitar os aumentos de preços; c) os custos de produção dispararam, reduzindo a margem dos produtores (SHINKAI et al. 2020).

Por outro lado, os consumidores brasileiros vêm enfrentando um aumento significativo nos preços dos alimentos. Um ano após a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarar o surto de coronavírus como pandemia, o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) indicou que os preços dos alimentos aumentaram 13,9% até abril deste ano, acima do índice geral (6,1%) (IBGE, 2022).

A produção de milho do Brasil aumentou nas últimas duas décadas por causa do aumento da segunda safra, também conhecido como safrinha. Nos últimos 20 anos, a produção de milho segunda safra aumentou treze vezes (Conab). Nos últimos anos, uma safra de milho

de terceira safra começou a surgir no norte e nordeste do Brasil. Até o momento, as projeções indicam níveis recordes de produção total do Brasil para a safra 2020/21 em 4.290 milhões de bushels, provavelmente mantendo o país como o segundo maior exportador do mundo e o principal concorrente dos Estados Unidos no mercado internacional (CONAB, 2021).

O milho safrinha é plantado como segunda safra, sendo a safra anterior geralmente a soja, e normalmente é colhida entre maio e agosto. A produção de milho segunda safra do Brasil aumentou de 243 milhões de bushels em 2001/02 para 3.252 milhões de bushels em 2020/21. Enquanto isso, o milho de primeira safra do Brasil, colhido principalmente durante janeiro-abril, mostrou ligeiras quedas na produção de 1.145 milhões de bushels para 965 milhões de bushels em 2020/21. Atualmente, a safra de safrinha responde por 76% da produção total de milho no Brasil. Além disso, o Brasil começou recentemente a ter uma safra de milho de terceira safra, que este ano deve chegar a 73 milhões de bushels. Embora ainda muito pequena, continua a aumentar (SHINKAI et al. 2020).

A produção de milho aumentou nos estados do Centro-Oeste do Brasil, como Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul. Nesses estados, a produção de milho safrinha tem crescido rapidamente. O clima tropical dos estados do Centro-Oeste permite o plantio de soja no verão e milho no inverno, na mesma área. Entretanto, o mesmo não é possível no extremo sul brasileiro devido às temperaturas mais baixas durante o inverno. Entre os cinco principais estados para o milho segunda safra, Mato Grosso lidera com 43,8% da produção, seguido por Paraná (16,3%), Mato Grosso do Sul (13,4%), Goiás (12,8%) e Minas Gerais (4,5%). Esses cinco estados brasileiros representam 90% do total de milho produzido no Brasil (SHINKAI et al. 2020).

A partir de 2018/19, a Conab passou a considerar oficialmente o milho terceira safra que é colhido principalmente de setembro a dezembro. O milho terceira safra ocorre principalmente nos estados do Norte e Nordeste do Brasil da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Roraima. A projeção do milho terceira safra é de 73 milhões de bushels em 2020/21, segundo previsão da Conab. Apesar de representar apenas 1,7% da produção total de milho, esse plantio tem potencial para continuar crescendo (FIESP, 2019).

O milho segunda safra atualmente enfrenta atraso no plantio porque o clima causou atrasos na colheita da soja em 2021 devido ao tempo chuvoso. Até o final de março,

91,7% do total de milho segunda safra estava plantado no Brasil. No mesmo período do ano passado, esse percentual era de 96,2%, segundo a Conab. O atraso geral é estimado entre 10 e 15 dias (GONÇALVES et al, 2021).

O Brasil emergiu como o maior concorrente dos EUA no mercado global de milho. O Brasil foi o segundo maior exportador mundial de milho por 3 dos últimos 5 anos, superando a Argentina. Em 2020/21 (outubro/setembro ano), estima-se que as exportações brasileiras de milho atinjam o recorde de 1.594 milhões de bushels (1 bushels equivale aproximadamente 27,2155 Kg), representando 22% do total mundial. Enquanto isso, as exportações dos EUA devem ultrapassar 2.559 milhões de bushels, 35% do total mundial, de acordo com a previsão do USDA (GONÇALVES et al, 2021).

A participação do Brasil no comércio mundial de milho aumentou de 7,5% por cento em 2010/11 para 22% por cento em 2020/21. Nas Projeções Agrícolas do USDA para 2030, espera-se que o Brasil seja o segundo maior exportador de milho do mundo nos próximos 10 anos – atrás dos Estados Unidos e à frente da Argentina e Ucrânia. Como resultado, as exportações de milho dos EUA podem ser afetadas a longo prazo pelo surgimento do Brasil como um grande produtor de milho (GONÇALVES et al, 2021).

Em 2020/21, as exportações globais (outubro/setembro do ano) devem ultrapassar 7,283 milhões de bushels. Isso representa um crescimento de 250% desde 2000 e 100% desde 2010 (USDA, 2021). O crescimento econômico e os padrões de consumo de alimentos que impulsionam a demanda por carne levam ao aumento da demanda por ração em todo o mundo (GONÇALVES et al, 2021).

#### 4.2 Botânica, Características Morfológicas e Fenológicas do Milho

Conforme sua botânica, o milho pertence a ordem Poales, família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribu Maydeae, *Zea mays*), sendo uma das poucas espécies econômicas nativas das Américas. É também uma planta herbácea, anual e com ciclo completo de quatro a cinco meses. Além disso, o milho é uma planta monóica com flores femininas nas axilas das folhas (espigas) e com flores masculinas na extremidade superior (panículas) (TOLETO, 1980; DA SILVA, 2021, pag. 7; PAES, 2008).

Na Tabela 1, são mostrados os estádios vegetativos (V) e reprodutivos (R) do milho. As subdivisões dos estádios vegetativos são designadas numericamente como

V1, V2, V3 até o V (n), que representa a última folha emitida antes do pendoamento (VT). O primeiro e o último estágio V, são representados por VE (emergência) e VT (pendoamento), respectivamente (Magalhães e Durães, 2006). As etapas dos estádios reprodutivos são divididas em: florescimento (R1), grão leitoso (R2), grão pastoso (R3), grão farináceo duro (R4) e maturidade fisiológica (R6), respectivamente.

Tabela 1 – Estágios vegetativos e reprodutivos de uma planta de milho.

Estágios Vegetativos	Estágios Reprodutivos
VE- Emergência	R1- Florescimento
V1 – Primeira folha	R2- Grão leitoso
V2- Segunda Folha	R3- Grão pastoso
V3- Terceira folha	R4- Grão farináceo- duro
V6- Sexta folha	R6- Maturidade fisiológica
V9- Nona folha	
V12 – Décima folha	
V15- Décima oitava folha	
V18- Décima oitava folha	
VT- Pendoamento	

Fonte: Ritchie, Hanway e Benson (2003).

O milho, possui caule do tipo colmo, formado por nós e entrenós. Na parte superior desse sistema caulinar, as folhas encontram-se distribuídas de forma alternada de um lado ao outro no diâmetro inverso do caule. Constituído por limbo foliar largo, comprido e liso em sua maioria, gerando ângulo de 90° com o caule por uma resistente nervura principal (MORAIS, 2012; DA SILVA et al. 2021, pag. 8).

Apresenta sistema radicular próprio das gramíneas, do tipo fasciculado ou em “cabeleira”, atingindo uma profundidade de 1,5 a 3,0 m de comprimento, localizado nas camadas mais superficiais aos 0,30 m, o que explica a pouca tolerância à deficiência hídrica; e raízes tipo escoras, conhecidas como adventícias ao qual auxiliam na fixação do caule da planta ajudando na absorção de sais minerais em solução (FORNASIERI, 2007). O período vegetativo depende dos fatores climáticos, onde o florescimento acontece em média de 5 a 12 semanas após a semeadura, podendo chegar até 10 meses.

Em locais de clima temperado nos dias longos o florescimento acontece mais tardiamente (DA SILVA, 2021; BARBANO et al., 2001).

Segundo DA SILVA et al. (2021, pag. 10) “A fertilização do óvulo do milho dentro do ovário acontece de 12 a 36 horas após a polinização. O desenvolvimento do grão finaliza-se em média 60 dias após a fertilização, em que, ocorre um aumento de volume do ovário para o grão cerca de 400 vezes. O grão do milho é fruto de uma semente, típica das gramíneas. Dentro do grão se encontra o endosperma e o embrião. O endosperma é responsável por cerca de 85% da massa do grão, o embrião corresponde a cerca de 10% e o pericarpo com 5%. Grande parte do endosperma é principalmente constituído de amido, 86 a 89% de carboidrato e 75% de proteína. Além disso, nas células do endosperma, o amido está no formato de grânulos, composto por dois polissacarídeos de glucose (75% de amilopectina e 25% de amilose).”

#### 4.3 Importância do Controle de Plantas Daninhas na Produção da Cultura do Milho

A cobertura vegetal formada pela cultura anterior, em sistemas de semeadura direta, provoca efeitos físicos, comprometendo a germinação e o percentual de sobrevivência das plântulas de diferentes espécies (DA SILVA et al, 2021, pag. 6). Esta prática também altera a umidade, a luminosidade e a temperatura do solo, que são variáveis fundamentais na quebra da dormência e germinação das sementes, a cobertura pode interferir no desenvolvimento das plantas, causando o estiolamento e tornando-as suscetíveis aos danos mecânicos.

Além disso, a cobertura vegetal pode proporcionar reações químicas decorrentes de mudanças nas relações C/N ou de alelopatia (RIZZARDI et al. 2006). Diferentes estudos científicos destacam que as plantas que se estabelecem primeiro possuem vantagem na competição. O controle na fase inicial do desenvolvimento da planta daninha é importante, e sementes de plantas daninhas que emergem mais tarde, quando a cultura já está estabelecida, não resultam em perdas significativas no rendimento do milho (DA SILVA et al. 2021).

Portanto, é primordial que o manejo seja voltado para atrasar a emergência das plantas daninhas, uma ação fundamental é a utilização racional da cobertura vegetal do solo, formada a partir dos resíduos deixados pela cultura anterior. Assim, quanto maior a



quantidade de palha disponível, maior será o tempo em que a cultura permanece sem a interferência, podendo-se talvez atrasar o momento de controle das plantas daninhas ou até mesmo, em função da quantidade de palha, suprimi-lo (DE OLIVEIRA et al. 2020; RIZZARDI et al. 2006).

Para DE OLIVEIRA et al. (2020, pag. 7) “As interações que acontecem no ecossistema agrícola são muito dinâmicas e específicas, dependendo da quantidade de palha e, principalmente, da espécie de planta daninha que pode ser favorecida ou não pela cobertura vegetal. O sucesso do uso de herbicidas pós-emergentes depende da capacidade do produtor em determinar o momento correto de aplicação do produto para controlar as plantas daninhas. Com o atraso na aplicação desses herbicidas há menor eficácia de controle, pelo fato de as plantas apresentarem maior desenvolvimento vegetativo; com isso, elas adquirem maior tolerância aos herbicidas. Por outro lado, as aplicações de herbicidas realizadas precocemente proporcionam melhor controle, porém pode ocorrer novo fluxo de emergência, influenciando negativamente o rendimento da cultura (FLECK et al., 2002).

Entre os fatores bióticos capazes de proporcionar redução no rendimento das culturas encontram-se as plantas daninhas, as quais podem afetar a produção agrícola e econômica, devido, principalmente, às interferências negativas impostas por sua presença, como a competição por água, nutrientes, luz e possíveis efeitos alelopáticos; bem como por serem hospedeiras de pragas, agentes causadores de doenças e nematóides, por dificultarem a operação de colheita ou mesmo por depreciarem a qualidade final do produto colhido (DURIGAN, 1988; CHRISTOFFOLETI, 1988).

Como consequência, as plantas daninhas são consideradas importantes fatores que afetam significativamente a economia agrícola em caráter permanente. Portanto, se por um lado a presença das plantas daninhas na cultura ocasiona prejuízos inquestionáveis devido às diversas formas de interferência, por outro, o seu controle ainda acarreta, na maioria das vezes, aumento significativo nos custos de produção (CHRISTOFFOLETI, 1988).

O controle de plantas daninhas na cultura do milho tem sido feito principalmente por meio de métodos manuais, mecânicos e, predominantemente, pelo método químico, com a

aplicação de herbicidas. No entanto, essas medidas, utilizadas isoladamente, não são suficientes para eliminar toda a interferência das plantas daninhas sobre a cultura, exigindo medidas integradas de controle (FERREIRA et al. 2019, pag 8)

A execução de um programa de manejo integrado de plantas daninhas prevê o pleno atendimento a quatro etapas de planejamento: o diagnóstico do problema, a avaliação do método a ser administrado, a seleção do método de controle e, por último, a avaliação do programa de controle (TOLEDO et al, 2019; CHRISTOFFOLETI e PASSINI, 1999). O manejo de plantas daninhas na cultura do milho pode ser otimizado com a adoção de espécies de plantas forrageiras que convivam e se desenvolvam nas entrelinhas da cultura. Além de auxiliar na supressão da comunidade infestante, as forrageiras aceleram a formação da pastagem que será destinada ao consumo animal, fato que contribui para o melhor uso da terra, com conseqüente possibilidade de aumento da receita a ser obtida. Esse sistema de cultivo pode ser particularmente interessante para pequenas áreas, como, por exemplo, as de agricultura familiar (FERREIRA et al. 2019).

#### 4.4 Plantas Daninhas que Afetam a Cultura do Milho no Estado do Espírito Santo

De acordo com BRIGHENT et al. (1998) as principais plantas Daninhas que afetam a cultura do milho no Estado do ES são guanxuma (*Sida rhombifolia*), capim milhã (*Digitaria horizontalis*), capim roseta (*Cenchrus echinatus*) e capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*) (Tabela 2).

A Nível de Brasil temos: capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), grama seda (*Cynodon dactylon*), tiririca (*Cyperus rotundus*), capim coloniã (*Panicum maximum*), capim massambará (*Sorghum halepense*), caruru (*Amarathus ssp*), corda-de-viola (*Ipomoea spp.*), beldroega (Portulacca oleraceacarrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*), falsa-serralha (*Emilia sonchifolia*), amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla*), poia-branca (*Richardia brasiliensis*) , todas possuem características intrínsecas e em comum e por isso o controle pode variar.

Todas estas espécies causam prejuízos na produção, competindo com a cultura por água, luz e nutrientes, exercendo, em certas vezes, inibição química. Alguns estudos mostram

que 20 a 30% da produção nacional de grama se perde por causa do ataque de plantas daninhas, além de elas serem hospedeiras de pragas e doenças. As práticas mais difundidas para o controle das plantas daninhas são: o arranquio, a capina, a roçada e, por fim, o controle químico.

Tabela 2 – Características e Controle das Principais plantas Daninhas Infestantes na Cultura do Milho no Estado do Espírito Santo.

Planta Daninha	Característica	Controle mais eficiente
guanxuma ( <i>Sida rhombifolia</i> )	É altamente competitiva. raízes profundas. Surgem por efeito de aração profunda ou de movimentação excessiva de máquinas. Dificulta a colheita mecanizada por ter caules muito resistentes.	O uso de herbicidas pré-emergentes é essencial, pois reduzem a necessidade de aplicações em pós-emergência. Já quando o manejo é necessário em pós-emergência, deve-se aplicar herbicidas quando as daninhas ainda são pequenas (até 4 folhas).
capim milhã ( <i>Digitaria horizontalis</i> )	Plantas invasoras bastante frequentes, infestando as principais lavouras anuais, pastagens e jardins. Apresentam grande capacidade reprodutiva, com as plantas podendo chegar a produzir 100 mil sementes.	A entressafra, com certeza, é período ideal para realizar um bom manejo do capim-colchão, pois existe um número maior de opções a serem utilizadas! O ideal é que a aplicação ocorra em plantas com até 2 perfilhos, pois as chances de sucesso são maiores

<p>capim roseta, capim carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>)</p>	<p>Planta invasora muito freqüente em lavouras anuais. É temida por provocar ferimentos nos trabalhadores, além de dificultar a colheita mecanizada. Sua forma de dispersão é a fixação nas roupas dos trabalhadores e no pelo de animais.</p>	<p>Recomendado manejo integrado de plantas daninhas para não selecionar populações resistentes, assim como sistema de rotação de cultivos, rotação de princípios ativos e uso de culturas de cobertura.</p> <p>Dentre as culturas de cobertura, a <i>Urochloa ruziziensis</i> apresenta uma ótima supressão do capim-carrapicho.</p>
<p>capim marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>)</p>	<p>Espécie exótica, originária da África, da família Poaceae. Herbácea anual, ereta e glabra, apresenta enraizamento nos nós inferiores. As folhas possuem lâminias lanceoladas com margens serradas e suas as raízes são fasciculadas.</p>	<p>Manejo integrado é recomendado. A seleção de um herbicida deve ser baseada nas características físico-químicas dos produtos. No caso do milho, o controle mais usado é o químico, que chega a ser realizado em cerca de 65% da área plantada.</p>

Fonte: Próprio autor

#### 4.5 Métodos de Controle de Plantas Daninhas na Cultura do Milho

O manejo de plantas daninhas na cultura do milho deve focar na realização de estratégias diferentes de controle, ponderando a infra-estrutura e a mão-de-obra disponíveis na propriedade, para a obtenção de um bom resultado na produção. A investigação de alternativas que reduzam os custos, para manter ou melhor a eficiência do controle de plantas daninhas, está diretamente relacionada com um sistema integrado de práticas agrícolas (FERREIRA et al. 2019, pag. 3 ). O manejo integrado de plantas daninhas deve ser utilizado com o objetivo de racionalização do uso dos herbicidas, do ambiente e dos custos de produção. Os principais métodos de controle são: preventivo, cultural, mecânico e químico (BALBINOT et al. 2016; LOPEZ- OVEJERO et al. 2003).

#### a. Métodos de Controle Preventivo

A importância do método preventivo está na premissa de evitar a introdução, o estabelecimento e a disseminação de novas espécies de plantas daninhas. Práticas preventivas como utilizar sementes de boa qualidade, provenientes de campos controlados e livre de disseminulos, promover a limpeza rigorosa de todas as máquinas e de todos os implementos, antes de serem transportados para outras, controlar o desenvolvimento das invasoras, impedindo, ao máximo, a produção de sementes e/ou estruturas de reprodução nas margens de cerca, estradas, terraços, pátios, canais de irrigação ou qualquer outro local da propriedade, controlar focos de infestação e, utilizar a rotação de culturas e de herbicidas devem ser adotadas para evitar a disseminação (GRAZZIERO et al. 2001. pag 10).

#### b. Cultural

Para KARAM et al. (2007, pag. 4) “O método de controle cultural normalmente é utilizado pelos agricultores sem que estes tenham a noção de estar utilizando mais uma técnica de manejo de plantas daninhas. Esse método consiste na utilização das características da cultura e do meio ambiente que aumentem a capacidade competitiva das plantas de milho, favorecendo seu crescimento e desenvolvimento”.

#### c. Uso de variedades adaptativas

A escolha de cultivares que se desenvolvem mais rapidamente e cobrem o solo de maneira mais intensa, controlam melhor as plantas daninhas e sofrem menos com a interferência que venha surgir. Assim, devem-se escolher aquelas cultivares mais adaptadas à região, capazes de apresentar resistência, ou tolerância, às principais pragas e doenças que predominam a região, além de boa produtividade (KARAM et al. 2007).

#### d. Densidade de semeadura e espaçamento

Segundo KARAM et al. (2007, pag. 4) “A modificação no arranjo de plantas possibilita o maior e mais rápido fechamento do solo no espaçamento mais estreito e na densidade mais elevada, o que aumenta a competição da cultura e favorece a supressão das plantas daninhas. O arranjo mais equidistante das plantas de milho com redução do espaçamento

entre fileiras diminui o potencial de crescimento das plantas daninhas por aumentar a quantidade de luz interceptada pelo dossel da cultura”. Desta forma a densidade de plantio, número de plantas por unidade de área, apresenta importante papel no rendimento de uma lavoura. Cada cultura apresenta uma densidade ótima (quando o rendimento é máximo), que é variável para cada situação e depende de três condições: cultivar, disponibilidade hídrica e disponibilidade de nutrientes. A escolha de um híbrido de milho de menor porte permite cultivos em menores espaçamentos e maiores densidades. Estes híbridos se desenvolvem precocemente, apresentando pouca massa vegetal, o que proporciona uma maior penetração da luz solar na lavoura (SILVA et al. 1997, pag. 6).

#### e. Época de plantio

A época de plantio é limitada por determinados fatores, como a disponibilidade hídrica, temperatura e radiação solar. A época mais adequada para o plantio do milho é aquela em que o período de floração coincide com os dias mais longos do ano e a etapa de enchimento de grãos, com o período de temperaturas mais elevadas e alta disponibilidade de radiação solar, desde que sejam satisfeitas as necessidades de água pela planta. Nas condições tropicais, devido à menor variação da temperatura e do comprimento do dia, a distribuição de chuvas é que geralmente determina a melhor época de semeadura (KARAM et al. 2007; BEGNARA et al. 2017).

#### f. Uso de cobertura morta

Para KARAM et al. (2007, pag. 5) “O emprego do sistema de semeadura direta está relacionada à maior dificuldade de controle de plantas daninhas e ao incremento da necessidade de herbicidas em algumas culturas. A impossibilidade de revolvimento do solo na semeadura direta implica a não-eliminação das plantas daninhas por meio da operação de preparo do solo para a semeadura. Por outro lado, a manutenção da cobertura vegetal sobre o solo restringe a emergência de plantas daninhas, em comparação com o solo descoberto. Com a utilização de culturas de cobertura, procura-se aproveitar tanto o efeito físico quanto o alelopático dessas plantas. No sistema de plantio direto, antes da semeadura da cultura é necessária à realização da operação de manejo, com o objetivo de controlar plantas daninhas e formar a cobertura morta na qual a cultura será semeada.

O manejo mecânico pode ser realizado com roçadeiras, rolo facas ou mesmo grades niveladoras de disco destravadas. A eficiência desse método depende da época de sua realização, sendo esta normalmente mais eficiente quando realizada no estágio de florescimento pleno da cobertura vegetal.”

#### g. Alelopatia

O desenvolvimento das plantas daninhas pode ser estimulado ou prejudicado por meio de plantas vivas ou de seus resíduos, os quais liberam substâncias químicas no ambiente. A utilização da alelopatia para o manejo de plantas daninhas, é sugerida através de três propostas: (i) transferência de genes responsáveis pela síntese de aleloquímicos entre as culturas; (ii) uso de rotação de culturas, combinando culturas companheiras capazes de reduzir a população de plantas daninhas por meio do seu potencial alelopático e; (iii) uso de aleloquímicos obtidos das plantas como herbicidas, sendo um método seguro e efetivo, uma vez que são produtos naturais biodegradáveis e não persistem no solo como poluentes (KARAM et al. 2007; SILVA e DUARTE, 1997, pag 6).

#### h. Rotação de culturas

Por meio da mudança do cultivo de diferentes espécies vegetais numa determinada área, há a alteração da veemência de competição e os efeitos alelopáticos a que são submetidas às plantas daninhas, além de poder se aproveitar de uma rotação de herbicidas em uma mesma área de cultivo, dificultando a perpetuação de espécies e o aparecimento de biótipos resistentes. Este método pode ser realizado manualmente ou com o auxílio de ferramentas e implementos (KARAM et al. 2007; RODRIGUES et al. 2012).

#### i. Capina manual

Trata-se de um método largamente empregado em pequenas propriedades. Normalmente, realizada evitando solos úmidos, preferencialmente em dias quentes e secos. Esse método de controle demanda grande quantidade de mão-deobra, visto que a produtividade dessa

operação é de aproximadamente 8 dias-homem ha-1 (KARAM et al. 2007; NETO et al. 2019; CHIOVATO et al. 2007).

#### j. Capina mecânica

Nesta prática, utiliza-se cultivadores que podem ser tracionado por animais ou tratores. As capinas mecânicas, bem como as manuais, devem ser realizadas nos primeiros 40 a 50 dias após a emergência da cultura. Nesse período, os danos ocasionados à cultura são minimizados. O cultivo deve ser realizado superficialmente, de preferência em dias quentes e secos, com solo seco, aprofundando-se as enxadas o suficiente para o arranquio ou o corte das plantas daninhas. As capinas mecânicas são geralmente realizadas com enxadas do tipo asa-de-andorinha ou picão. A produtividade desse método é de aproximadamente 0,5 a 1 dia homem ha-1 (tração animal) e 1,5 a 2,0 homens ha-1 (tratorizada) (KARAM et al. 2007; NETO et al. 2019, pag. 4; CHIOVATO et al. 2007).

#### l. Químico

O controle mais difundido e empregado, sendo estimado que os herbicidas estejam sendo aplicados em mais de 65% da área cultivada com milho no Brasil. A elevada taxa de utilização deste método de controle admite identificar problemas enfrentados pelos agricultores como resultado da aplicação dos herbicidas, estando estes relacionados à própria aplicação, ao meio ambiente, à saúde humana e ao surgimento de plantas resistentes. Quando da utilização do controle químico, o agricultor deve sempre empregar herbicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, bem como nas Secretarias Estaduais de Agricultura, pois o registro desses produtos significa que eles foram avaliados tanto para sua eficácia agrônômica e seletividade para a cultura como também ao impacto ambiental e a toxicidade para a saúde humana (KARAM et al. 2007).

Para selecionar um herbicida deve-se basear nas espécies de plantas presentes na área a ser tratada, assim como nas características físico-químicas dos produtos. Na aplicação, as condições climáticas devem ser verificadas (temperatura e umidade relativa do ar, vento, e possibilidade de chuva), bem como as condições do solo e das plantas. Para a aplicação de herbicidas pré-emergentes, verificar as condições de umidade do solo para o manejo das plantas daninhas antes da sua emergência. As aplicações em pós-emergência são



realizadas após a emergência das plantas daninhas e da cultura; devem ser observadas as condições em que se encontram as plantas daninhas, evitando aplicar os herbicidas em condições de estresse destas (KARAM et al. 2007).

Examinar a persistência média no solo dos herbicidas utilizados nas culturas antecessoras é de imensa importância, já que eles podem ser fitotóxicos para a cultura posterior. Levar em consideração, na escolha de um herbicida para o controle de plantas daninhas, o intervalo de segurança, que é o intervalo mínimo entre a aplicação e a colheita da cultura. Um dos grandes entraves de utilização do controle químico de plantas daninhas está associado à seletividade dos herbicidas para a cultura na qual se deseja fazer o controle. Níveis diferenciados de sensibilidade de plantas de milho têm sido observados, resultando em maior ou menor segurança no uso dos herbicidas. Estádio de desenvolvimento das plantas, morfologia, absorção, translocação, condições ambientais, época de aplicação e metabolismo são importantes fatores na determinação da seletividade do herbicida (KARAM et al. 2007; DE MELO et al. 2017).

#### 4.6 Manejo de Plantas Daninhas Antes da Semeadura

Esta operação é mais importante na pré-semeadura de inverno para evitar infestações futuras. As sementes de plantas daninhas podem germinar após a colheita das culturas de verão e se desenvolver antes da semeadura de inverno. As sementes de soja resistente ao herbicida glifosato, resultante das perdas de colheita mecanizada, também originam plantas que se constituem em planta daninha importante e devem ser controladas antes da semeadura (MINOZZI et al. 2017).

Segundo KARAM et al. (2007, pag. 4) “As principais plantas daninhas gramíneas existentes em lavouras de inverno da Região Sul são o azevém e a aveia preta. Já entre as folhas largas de maior ocorrência estão espécies como nabo ou nabiça, ervilhaca, cipó-de-veado, erva-de-bicho, língua-de-vaca, flor roxa, erva salsa, serralha, silene e gorga. Como o número de moléculas de herbicidas registradas para controle (dessecação) de plantas daninhas antecedendo a semeadura de cereais de inverno é considerado pequeno, o produtor precisa ficar atento a plantas resistentes aos herbicidas”. A ocorrência de buva, capim amargoso e azevém resistentes ao glifosato e nabo resistente aos inibidores da ALS tem sido problemas recorrentes nas lavouras (MELO et al. 2018).

A dessecação da área deve ser realizada entre 20 e 30 dias após a colheita de verão, tempo necessário para que as plantas daninhas desenvolvam área foliar suficiente para absorver o herbicida. “A aplicação dos herbicidas deve ser realizada com antecedência de 15 a 30 dias da semeadura de inverno. Se houver ‘escape’ de plantas da primeira aplicação, ainda é possível fazer uma segunda aplicação dois dias antes da semeadura”, orienta o pesquisador Leandro Vargas, lembrando que, sob chuva intensa logo após a aplicação, principalmente em solos de textura arenosa e com níveis de matéria orgânica abaixo de 2%, alguns herbicidas podem causar fitotoxicidade às culturas de inverno. Ainda, o controle de plantas daninhas resistentes deve contar com herbicidas com diferentes mecanismos de ação ou mesmo capina manual (MOROTA et al. 2012; KARAM et al. 2007).

Esta aplicação consiste na eliminação de plantas daninhas antes da semeadura da cultura, utilizando-se herbicidas de contato ou sistêmicos. O período entre a aplicação do herbicida e a semeadura da cultura varia em função de características do herbicida, da dose utilizada, da cobertura vegetal antecessora, da textura do solo e das condições ambientais. A ocorrência de elevada população de plantas daninhas no início do desenvolvimento da cultura pode proporcionar perdas acentuadas na produtividade se o controle não for adequado (MELO et al. 2018; KARAM et al. 2007).

Essa situação é frequentemente observada quando a dessecação no sistema de plantio direto é realizada alguns dias antes da semeadura. Nesses casos, quando a cultura emerge, as plantas daninhas estão em estádios mais avançados de desenvolvimento, e, assim, a população destas plantas irá determinar a época em que o controle deve ser iniciado. Nas aplicações de pré-semeadura, podem-se, em determinadas situações, utilizar herbicidas dessecantes em mistura com residuais. Essa prática pode ser vantajosa uma vez que, numa única operação, faz-se a dessecação da cultura antecessora que vai ser utilizada como cobertura morta e também a aplicação do herbicida residual ou pré-emergente, que terá o papel de manter a cultura de verão no limpo durante parte do seu ciclo (MELO et al. 2018; KARAM et al. 2007).

Aplicação em pré-emergência (PRE). Nesta modalidade de aplicação, os herbicidas são aplicados após a semeadura do milho, sendo que a grande maioria dos herbicidas aplicados pertence aos grupos químicos das triazinas e das amidas. Herbicidas do grupo

químico das triazinas (ametryne, atrazine, cyanazine e simazine) são utilizados na cultura do milho principalmente para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas. Em plantas sensíveis a esses herbicidas, há a germinação das sementes; porém, quando as plântulas emergem do solo e recebem luz são desencadeadas reações que afetam a fotossíntese, que levarão à morte da plântula (MOROTA et al. 2018; KARAM et al. 2007).

Com a finalidade de ampliação do espectro de controle, herbicidas do grupo das triazinas têm sido misturados com herbicidas do grupo das amidas normalmente com s-metolachlor e alachlor. Esses produtos proporcionam controle eficiente da maioria das espécies infestantes e apresentam seletividade para o milho. As triazinas também são empregadas em pós-emergência precoce, destacando-se atrazine, que proporciona bons níveis de controle de plantas daninhas dicotiledôneas. Herbicidas do grupo químico das amidas (acetochlor, alachlor, dimethenamid e s-metolachlor) possuem mecanismo de ação associado à inibição da parte aérea das plantas. São absorvidos durante o processo germinativo das sementes das plantas daninhas, interferem em diversos processos bioquímicos da plântula e inibem a divisão celular, a síntese de lipídeos, ácidos graxos, ceras foliares, terpenos, flavonóides, proteínas e divisão celular, e também, por interferirem na regulação hormonal controlam grande número de espécies mono e dicotiledôneas (MINOZZI et al. 2018. Pag 8; KARAM et al. 2007).

As plantas sensíveis são mortas antes da emergência, sem que haja inibição da germinação das sementes nem parada imediata do crescimento, porém o crescimento da raiz é menos sensível que o crescimento da parte aérea (Weed, 1994). O herbicida metolachlor é formado por dois isômeros R e dois isômeros S que estão presentes em proporções iguais no herbicida. O isômero S apresenta maior atividade herbicida do que o isômero R (Moser et al., 1983). Com o conhecimento dessa propriedade, Blaser e Sindler (1997), desenvolveram um novo sistema catalítico que produziu uma nova substância enriquecida (>80%) com o S-isômero, a qual foi denominada s-metolachlor ((S)-2-Chloro-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-N-(2-methoxy-1-methylethyl) acetamide) (KARAM et al. 2007).

No sistema de semeadura direta, ocorre maior acúmulo de palha na superfície do solo, podendo afetar o comportamento de herbicidas aplicados em pré-emergência, os quais ficam mais expostos à radiação solar, às altas temperaturas e à adsorção nos resíduos

vegetais. Alguns produtos, como atrazine, possuem boas perspectivas de uso em pré-emergência sobre palhadas, uma vez que são facilmente lixiviados para o solo com chuvas que ocorram logo após a aplicação. Outros produtos pertencentes ao grupo das amidas possuem problemas de retenção na palha, quando utilizados em pré-emergência em plantio direto (MOROTA et al. 2018).

As alterações da quantidade de água na interação herbicidasolo-palha nos primeiros dias após a aplicação dos herbicidas amidas podem ser responsáveis pela maior variação dos efeitos destes herbicidas em relação a outros aplicados ao solo, como isoxaflutole. Acetochlor tem sido mais eficaz do que s-metolachlor no controle de gramíneas quando aplicado sobre a palha no sistema de semeadura direta e sem chuva após a aplicação, indicando que acetochlor é mais estável nessas condições. Quando ocorre chuva logo após a aplicação, s-metolachlor é mais eficaz do que acetochlor e alachlor. Isso indica que a chuva remove os herbicidas da palha levando-os até o solo, onde s-metolachlor é dissipado mais lentamente, por ter estrutura química mais estável e maior adsorção aos colóides orgânicos e minerais do solo, resultando em maior persistência e controle das plantas daninhas (KARAM et al. 2007).

#### 4.7 Manejo de Plantas Daninhas Pós da Semeadura

KARAM et al. (2007, pag. 6) Esta aplicação é efetivada quando as plantas daninhas e a cultura se encontram emergidas. Alguns herbicidas recomendados para serem aplicados em pré-emergência, como as triazinas, também podem ser aplicados em pós. Com o registro no Brasil de herbicidas do grupo químico das sulfoniluréias (nicosulfuron e foransulfuron + iodossulfuron methyl), abriram-se novas perspectivas para o controle de plantas daninhas na cultura do milho. As sulfoniluréias inibem a acetolactato sintase (ALS), impedindo a síntese de aminoácidos essenciais, como valina, leucina e isoleucina (PADRÃO et al. 2017).

O sintoma típico de fitotoxicidade destes herbicidas consiste em descoloração da porção mediana da lâmina das folhas centrais da planta, que se encontra em fase de expansão no momento da aplicação, sendo esse sintoma mais expressivo até sete dias após a aplicação do produto. A seletividade da cultura do milho as sulfoniluréias deve-se à capacidade do milho em metabolizar o produto em compostos não ativos. Cultivares tolerantes parecem

metabolizar estes herbicidas mais rapidamente. A partir da existência de tolerância diferencial de híbridos de milho as sulfoniluréias, a sua utilização deve ser restrita a determinados cultivares que tolerem o produto (PADRÃO et al. 2017, pag. 5).

A agricultura moderna está utilizando recursos de biotecnologia para proteger e aumentar a produção agrícola. O recente desenvolvimento e comercialização de híbridos de milho que são resistentes a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (inibidores da ALS) introduzem novas oportunidades de controle em pós-emergência de espécies daninhas na cultura do milho, além de possibilitar a utilização alternada de herbicidas com mecanismos de ação diferentes. Linhagens de milho tolerantes aos herbicidas imidazolinonas possuem maior habilidade em metabolizar esse tipo de herbicida. Relatos indicam que linhagens tolerantes metabolizam rapidamente o herbicida, mesmo quando doses de imazethapyr são aplicadas em quatro vezes a sua dose normal (MATTE et al. 2018, pag. 4).

Deve ser enfatizado que herbicidas imidazolinonas não podem ser utilizados universalmente em todos os genótipos de milho, mas apenas naqueles que sejam tolerantes. Uma alternativa de herbicida em pós-emergência disponibilizada recentemente é o carfentrazone. Este herbicida pode ser utilizado para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas. Seu modo de ação consiste na inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), envolvida na biossíntese da clorofila, resultando no acúmulo de protoporfirinogênio IX (PPIX) no citoplasma. Na presença de luz, PPIX forma oxigênio singlete, que é responsável pela morte das plantas através da peroxidação das membranas. Devido à esta ação, os sintomas de fitotoxicidade podem ser observados dentro de poucas horas após a aplicação, sendo a morte da planta constatada em uma semana (MATTE et al. 2018; KARAM et al. 2007).

Recentemente uma nova família de herbicidas, triquetonas, foi descoberta e vem sendo comercializada. Mesotrione, o primeiro herbicida a ser disponibilizado desta família, foi obtido através do isolamento de um aleloquímico (leptospermone) secretado pela planta da espécie *Callistemon citrinus*. O modo de ação das triquetonas consiste na inibição da biossíntese de carotenóides através da interferência na atividade da enzima HPPD (4-hidroxifenilpiruvato-dioxigenase) nos cloroplastos. Os sintomas fitotóxicos observados

envolvem o branqueamento das plantas sensíveis) com posterior necrose e morte dos tecidos vegetais em cerca de 1 a 2 semanas (PADRÃO et al. 2017; MATTE et al. 2018).

#### 4.8 Resistência de planta daninhas a Herbicidas

KARAM et al. (2007, pag. 8) “Resistência a utilização frequente ou em sequência de herbicidas de mesmo modo de ação tem ocasionado o surgimento de plantas daninhas resistentes, dificultando e aumentando o custo do controle destas plantas invasoras. Mundialmente, 315 biótipos resistentes já foram relatados sendo estes pertencentes a 183 espécies. Em 2007, o maior número de plantas daninhas resistentes era para os herbicidas da família das sulfoniluréias e das triazinas”. O surgimento de plantas daninhas resistentes depende de fatores como adaptabilidade ecológica e capacidade de se proliferar, longevidade e dormência das sementes da espécie ou do biótipo sob seleção, frequência de utilização de herbicidas com mesmo mecanismo de ação e a sua persistência no solo, bem como a eficácia do herbicida e os métodos adicionais empregados no controle das plantas daninhas (NETO et al. 2019).

Quando uma população de plantas daninhas resistentes se estabelece em determinada área, a eficácia do controle através da utilização de herbicidas diminui. Para prevenir ou retardar o aparecimento de plantas resistentes a herbicidas recomenda-se a utilização de: a) rotação de culturas; b) manejo adequado dos herbicidas; c) prevenção da disseminação de sementes através do uso de equipamentos limpos; d) limpeza dos equipamentos através de bombas de água ou ar comprimido para remoção das sementes; e) monitoramento da evolução inicial da resistência e f) o controle das plantas daninhas suspeitas de resistência antes que as mesmas produzam sementes (FERREIRA et al. 2019; KARAM, 2011, pag. 5).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora existam inúmeros métodos de controle em que a escolha de um ou mais métodos dependem da agrometeorologia local, nível de infestação, tipo de solo e espécies envolvidas, os resultados dos estudos apontam sempre para vantagem do controle precoce das plantas daninhas sobre a produtividade, que quando realizada aos dois dias antes da emergência, já se obtém resultados positivos. Em situações de elevada infestação de plantas daninhas, o retardo na época de controle a partir de dez dias da emergência já afeta negativamente as características das plantas de milho, sendo mais evidente para a capina com herbicidas.

SILVA et al. 2017, ao estudarem controle de plantas daninhas em função de diferentes espaçamentos no milho silagem, concluíram que a mudança no espaçamento entre linhas e na densidade de plantio afeta diretamente o manejo de plantas daninhas no cultivo de milho para silagem.

Estudos de MELO et al. (2019) observaram que o milho solteiro com maior população de plantas diminuiu a ocorrência de plantas daninhas. Os tratamentos com braquiária, no espaçamento reduzido, apresentaram menor infestação absoluta de plantas daninhas (cerca de 75%) quando comparado ao milho solteiro. Observaram também que a infestação de plantas daninhas é menor no consórcio de milho com braquiária, e o efeito é mais pronunciado no espaçamento reduzido. Já os autores FONSECA et al. (2017) concluíram que a densidades de *C. ochroleuca* (crotalária) a partir de 10 kg ha<sup>-1</sup> alteram a estrutura da comunidade de plantas daninhas em relação ao milho solteiro, não sendo observado o mesmo efeito em relação ao consórcio de milho + *C. spectabilis* (cássia).

Em controle de capim amargoso, MATTE et al. (2021) concluíram que o herbicida pyroxasulfone apresentou capacidade de transpor até 5 t ha<sup>-1</sup> palha de soja e de milho após precipitação de 30 mm. S- metolachlor e trifluralin apresentaram redução na eficácia de controle quando aplicados em solos com maiores quantidades de palha. A capacidade do herbicida pyroxasulfone em transpor a palha de soja ou milho após uma precipitação de 30 mm e promover o controle de capim-amargoso foi  $\geq$  S-metolachlor e  $>$  trifluralin.

Em relação aos métodos manuais, dependem muito da espécie, um estudo realizado por CHIOVATO et al. (2007) conclui que a roçada não é indicada como método de controle da espécie pra *B. plantaginea* (capim marmelada), a roçada pode ser indicada como método de controle na cultura do milho em sistema de plantio direto orgânico, desde que a infestação dessa espécie seja baixa. Comprovaram também que a interferência de *B. decumbens* (brachiarinha) sobre o desenvolvimento das plantas de milho está relacionada diretamente com sua densidade populacional e independe do método de controle. Desta forma, indica-se que para as espécies com alta taxa de crescimento inicial e eficiência na utilização de recursos para produção de biomassa devem ser controladas com capinas realizadas no estágio de quatro folhas completamente expandidas do milho.



## 6 REFERÊNCIAS

AMORIM DA SILVA, D., ALVES DE ALBUQUERQUE, J. D. A., ARCANJO ALVES, J. M., RIBEIRO ROCHA, P. R., DANTAS DE MEDEIROS, R., FINOTO, E. L., & SANTOS DE MENEZES, P. H. (2018). Caracterização de plantas daninhas em área rotacionada de milho e feijão-caupi em plantio direto. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 7-15.

BAGNARA, M. A., GALON, L., DE OLIVEIRA ROSSETTO, E. R., PERIN, G. F., & FRANCESCHETTI, M. B. (2017). período de interferência de plantas daninhas na cultura do milho na região do alto uruguaí do rio grande do sul. *jornada de iniciação científica e tecnológica*, 1(7).

BALBINOT JUNIOR, Alvadi Antonio; FLECK, Nilson Gilberto. Manejo de plantas daninhas na cultura de milho em função do arranjo espacial de plantas e características dos genótipos. **Ciência Rural**, v. 35, p. 245-252, 2005.

BALBINOT, C. R., DARIVA, P. A., SORDI, A., LAJÚS, C. R., CERICATO, A., LUZ, G. L., & KLEIN, C. (2016). Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho. *Unoesc Ci*, 7(2), 211-8.

BARBANO, M. T., DUARTE, A. P., BRUNINI, O., RECO, P. C., P ATERNIANI, M. E. A. G. Z., & KANTHACK, R. A. D. (2001). Temperatura- base e acúmulo térmico no subperíodo semeadura- florescimento masculino em cultivares de milho no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9 (2), 261 - 268.

BASSO, F. J. M., GALON, L., FORTE, C. T., AGAZZI, L. R., NONEMACHER, F., PERIN, G. F., ... & WINTER, F. L. (2018). Manejo de plantas daninhas em milho RR® com herbicidas aplicados isoladamente ou associados ao glyphosate. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 17(2), 148-157.

BORGHI, E., COSTA, N. V., CRUSCIOL, C. A. C., & MATEUS, G. P. (2008). Influência da distribuição espacial do milho e da *Brachiaria brizantha* consorciados sobre a população de plantas daninhas em sistema plantio direto na palha. *Planta daninha*, 26, 559-568.

BRIGHENTI, A. M., SILVA, J. F., SEDIYAMA, T., SILVEIRA, J. S., & SEDIYAMA, C. S. (1998). Controle químico de plantas daninhas em cultivos sucessivos de milho e feijão. *Planta Daninha*, 16, 109-116.

CHIOVATO, M. G., GALVÃO, J. C. C., FONTANÉTTI, A., FERREIRA, L. R., MIRANDA, G. V., RODRIGUES, O. L., & BORBA, A. N. (2007). Diferentes densidades de plantas daninhas e métodos de controle nos componentes de produção do milho orgânico. *Planta Daninha*, 25, 277-283.

CHRISTOFFOLETI, P. J. Controle de *Brachiaria decumbens* Stapf e de *Cyperus rotundus* (L). em área de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) através da técnica de rotação

com amendoim (*Arachis hypogaea* L.) integrada ao uso de herbicidas. 1988. 117 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1988.

CHRISTOFFOLETI, P. J., & PASSINI, T. (1999). Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do feijão. *FANCELLI, AL; DOURADO NETO, D. Feijão irrigado: estratégias básicas de manejo. Piracicaba: LPV/ESALQ/USP, 80-97.*

COSTA, T. P. D., PARANATINGA, I. L. D., PEREIRA, R. J. B., SANTOS, F. C., & OLIVEIRA, P. C. (2019). Avaliação do crescimento de plantas jovens de milho cultivadas em diferentes tipos de solo Evaluation of the growth of young corn plants grown in different types of soil.

CRESPO, A., ... & ZANÚNCIO JUNIOR, J. S. (2021). Manejo da lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*): panorama geral das atualizações no controle alternativo.

CUSTÓDIO, I. G., KARAM, D., & BORGES, I. D. (2019). Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do sorgo granífero em função do manejo químico. *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE).*

DA SILVA, DF, DE MELO GARCIA, PH, DE LIMA SANTOS, GC, DE FARIAS, IMSC, DE PÁDUA, GVG, PEREIRA, PHB, ... & CABRAL, AMD (2021). Características morfológicas, melhoramento genético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 10 (3), e12310313172-e12310313172.

DE MELO, M. S. C., DA ROCHA, L. J. F. N., BRUNHARO, C. A. D. C. G., DA SILVA, D. C. P., NICOLAI, M., & CHRISTOFFOLETI, P. J. (2017). Alternativas de controle químico do capim-amargoso resistente ao glyphosate, com herbicidas registrados para as culturas de milho e algodão. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 16(3), 206-215.

DE OLIVEIRA, GRAZIELLE CUSTODIO ET AL. Períodos de Controle de Plantas Daninhas no Desenvolvimento do Milho Verde. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 18, n. 1, p. 404-414, 2020.

DURIGAN, J. C. Controle químico de plantas daninhas na citricultura. Jaboticabal: FUNEP/FCAV-UNESP, 1988. 18 p.

FERREIRA, E. A., PAIVA, M. C. G., PEREIRA, G. A. M., OLIVEIRA, M. C., & DE BARROS SILVA, E. (2019). Fitossociologia de plantas daninhas na cultura do milho submetida à aplicação de doses de nitrogênio. *Revista de Agricultura Neotropical*, 6(2), 109-116.

FIESP. Safra mundial de milho. Portal Fiesp, 2019.

FLECK, N. G. et al. Período crítico para controle de *Brachiaria plantaginea* em função de épocas de semeadura da soja após dessecação da cobertura vegetal. **Planta Daninha**, v. 20, p. 53-62, 2002.

FONSECA, B. T., CAVALIERI, S. D., IKEDA, F. S., METZ, L. H., LIMA JUNIOR, F. D. M., FERNANDES, D. O., & RAMOS JUNIOR, E. U. (2017). Comunidade de plantas daninhas em milho segunda safra consorciado com diferentes densidades de *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria ochroleuca*.

FORNASIERI FILHO, D. (2007). Manual da cultura do milho. Funep

GAZZIEIRO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; PRETE, C. E. C.; et al. As plantas daninhas e a semeadura direta. Londrina: Embrapa-CNPSO, 2001. p. 59 (Embrapa-CNPSO. Circular técnica, n. 33).

GONÇALVES, D. D. C., ARAÚJO, J., SOUZA, M., COSTA, H., FAVARATO, L., GONÇALVES, SÉRGIO LUIZ, Et al. "Ocorrência de chuvas excessivas na colheita da soja no estado de Mato Grosso, safra 2020/2021." (2021).

KARAM, D. (2011). Manejo de plantas daninhas resistentes na cultura do milho. *Revista Plantio Direto-Julho/Agosto de, 2011*, 41.

KARAM, D., MELHORANÇA, A. L., & DE OLIVEIRA, M. F. (2007). Plantas daninhas na cultura do milho. In *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SEMANA AGRONOMICA DO OESTE BAIANO-SEAGRO, 4., CURSO SOBRE SISTEMA DE INTEGRACAO LAVOURA-PECUARIA, 2., 2007, Luís Eduardo Magalhães. Anais... Luís Eduardo Magalhães: Agroleem; Fundação BA, 2007..

KOHL-SANTOS, P., & MOROSINI, M. C. (2021). O Revisitar da Metodologia do

LOPEZ-OVEJERO, R., CHRISTOFFOLETI, P. J., NICOLAI, M., & BARELA, J. F. (2003). Manejo de plantas daninhas na cultura de milho. *Milho: estratégias de manejo para alta produtividade*.

MAGALHÃES, P. C., & DURÃES, F. O. (2006). Fisiologia da produção de milho. Embrapa Milho e Sorgo -Circular Técnica, 76 (INFOTECA-E). 10p.

MARQUES, F. L. C., & RIBEIRO, J. A. (2020). Características produtivas da soja sobre sistemas integrados de produção do consórcio de gramíneas e leguminosas em modo de colheita do milho. *Brazilian Journal of Development*, 6(6), 37700-37705.

MATTE, W. D., DE OLIVEIRA JR, R. S., MACHADO, F. G., CONSTANTIN, J., BIFFE, D. F., GUTIERREZ, F. D. S. D., & DA SILVA, J. R. V. (2018). Eficácia de [atrazine+ mesotrione] para o controle de plantas daninhas na cultura do milho. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 17(2), 587-1.

MELO, T. S., DE ABREU, H. K. A., FACHINELLI, R., CORREIA, M. V., & CECCON, G. (2018). Manejo integrado de plantas daninhas na soja após milho e braquiária no outono-inverno.

MELO, T., MAKINO, P., & CECCON, G. (2019). Diversidade de Plantas Daninhas em Milho com Diferentes Arranjos de Plantas, Solteiro e Consorciado com Braquiária. *Planta Daninha*, 37.

PEREIRA, G. R., & DUCK, L. (2017). Controle em pré semeadura da cultura de soja de algodão voluntário tolerante ao glyphosate e amônio glufosinate e de Eleusine indica. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 16(3), 183-191.

MORAIS, T. P. D. (2012). 82 f. Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum* brasilense em híbridos de milho Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em Agronomia, Uberlândia.

MORAIS, T. P. D. (2012). Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum* brasilense em híbridos de milho. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em Agronomia, Uberlândia.

MOROTA, F. K., MATTE, W. D., DE OLIVEIRA JR, R. S., BIFFE, D. F., FRANCHINI, L. H. M., & CONSTANTIN, J. (2018). Sistemas de manejo de plantas daninhas utilizando o novo herbicida pyroxasulfone visando ao controle químico de gramíneas em soja. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 17(2), 584-1.

NETO, J. C. R., JACOBI, N., DINIZ, M. H., CANUTO, R., & CANUTO, D. (2019). levantamento fitossociológico de plantas daninhas em pré-colheita do milho na integração lavoura pecuária floresta. *Agrarian Academy*, 6(12).

NETO, J. R. C., LUFT, L., CONFORTIN, T. C., TODERO, I., MAZUTTI, M. A., ZABOT, G. L., & TRES, M. V. (2019). Resistência de plantas daninhas a herbicidas e alternativas de controle: uma revisão. *Revista Científica Rural*, 21(3), 183-201.

PADRÃO, V. A., DA SILVA, W. T., GONÇALVES, D. L., LIDÓRIO, I. P., OLIVEIRA, J. B. D., KARAM, D., & DA SILVA, A. F. (2017). Alternativas de herbicidas no controle de plantas daninhas em pós-emergência na cultura do milho.

PAES, M. C. D. MANIPULAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MILHO: IMPACTO NA INDÚSTRIA E NA SAÚDE HUMANA. (2008). Artigo em Hypertexto. Recuperado de [http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_4/milho/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/milho/index.htm)

PONS, A. L., & BRESOLIN, M. (1983). [Soil preparation for maize crop [Zea mays]].[Portuguese]. *IPAGRO Informa*.

QUEIROZ, L. R. (2006). 72 f. Leguminosas como fonte de nitrogênio para a cultura do milho. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) -Universidade Estadual do Norte

Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes.

REZENDE, A. L., GALON, L., BERENCHTEIN, B., FORTE, C. T., DE OLIVEIRA ROSSETTO, E. R., BRUNETTO, L., ... & FAVRETTO, E. L. (2020). Associação de herbicidas para o manejo de plantas daninhas em milho. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 19(4), 742-1.

RITCHIE, S. W., HANWAY, J. J., & BENSON, G. O. (2003). Como a planta de milho se desenvolve. *Informações agronômicas*, 103, 1-19.

RIZZARDI, M. A.; SILVA, L. F.; VARGAS, L. Controle de plantas daninhas em milho em função de quantidades de palha de nabo forrageiro. **Planta Daninha**, v. 24, p. 263-270, 2006.

RODRIGUES, J., ANASTÁCIO, L., VASCONCELOS, G., & KARAM, D. (2012). Estudo fitossociológico de plantas daninhas em diferentes sistemas de rotação de culturas. In *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., 2012, Campo Grande. A ciência das plantas daninhas na era da biotecnologia: anais. Campo Grande: SBCPD, 2012..

SÁ, M. M. D., RODRIGUES, R. G., & BRUCH, K. L. (2020). Desenvolvimento do empreendedorismo no contexto do agronegócio: um estudo aplicado à produção e comercialização de sementes certificadas de algodão, aveia, milho e soja no Brasil. *Anais..[do] VIII Simpósio da Ciência do Agronegócio*.

SHINKAI, A. L. F., YANO, É. H., ROSABONI, V. M., CASAGRANDE, R., SHINKAI, ALF, Yano, É. H., Rosaboni, VM, Casagrande, R., Marques, FLC, & Ribeiro,

JA (2020). Características produtivas da soja sobre sistemas integrados de produção do consórcio de gramíneas e leguminosas em modo de colheita do milho. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, 6 (6), 37700-37705.

SILVA, A. V., APARECIDO, L. E. D. O., LOPES, F. C., & GIUNTI, O. D. (2017). Controle de plantas daninhas em função de diferentes espaçamentos no milho silagem. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 16(3), 556-568.

SILVA, Bruno Eustáquio Cirilo; SILVA, Marlinda Rufina Jolomba. Viabilidade econômico-financeira da implantação da cultura do milho no município de Santa Teresa-ES. **Revista Univap**, v. 23, n. 43, p. 17-25, 2017.

SILVA, J. D., & Duarte, N. D. F. (1997). Manejo de plantas daninhas na cultura do milho..

TOLEDO, F. D. (1980). Tecnologia das sementes. Melhoramento e produção do milho. Campinas: Fundação Cargill ,571-619.

TOLEDO, T. L. D. (2019). Manejos da cobertura de solo com azevém associado a capina no controle de plantas danilhas na cultura do milho.