



Universidade Federal de Sergipe
Campus do Sertão
Núcleo de Graduação de Agronomia



PABLO DA SILVA SANTOS

**INTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICA NA MISTURAS ENTRE AGROQUÍMICOS EM
TANQUE DE PULVERIZAÇÃO PARA CULTURA DO MILHO: UMA REVISÃO DE
LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso

Nossa Senhora da Glória/SE

Julho de 2021

PABLO DA SILVA SANTOS

**INTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICA NA MISTURAS ENTRE AGROQUÍMICOS EM
TANQUE DE PULVERIZAÇÃO PARA CULTURA DO MILHO: UMA REVISÃO DE
LITERATURA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Nilson Rodrigues da Silva

Nossa Senhora da Glória/SE

Julho de 2021

PABLO DA SILVA SANTOS

**INTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICA NA MISTURAS ENTRE
AGROQUÍMICOS EM TANQUE DE PULVERIZAÇÃO PARA CULTURA
DO MILHO: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Este documento foi julgado adequado como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: 23 / 07 / 2021

Banca examinadora:

Nilson Rodrigues da Silva, Doutor em Entomologia agrícola
Universidade Federal de Sergipe

Jose Jairo Florentino Cordeiro Junior, Doutor em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Sergipe

Thiago Matos Andrade, Doutor em Agronomia/Fitotecnia
Universidade Federal de Sergipe

Nossa Senhora da Glória/SE

Julho de 2021

Agradecimentos

Ao concluir este SONHO, lembro-me de muitas pessoas a quem ressalto reconhecimento, pois esta conquista concretiza-se com a contribuição de cada uma delas, seja direta ou indiretamente.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela força, coragem e proteção durante toda esta longa caminhada.

À minha família que me incentivou na constante busca pelo conhecimento. Em especial aos meus pais Darcilene da Silva Santos e Pedro Nascimento dos Santos, por terem me proporcionado essa oportunidade de um futuro promissor, dando-me todo apoio e força, inculcando valores sem os quais jamais teria me tornado a pessoa que sou hoje, buscando de fato, todos os dias, ser mais humana e sensível às necessidades dos outros. Aos meus irmãos, Danila da Silva Santos, Paulo Henrique da Silva Santos e Dayara da Silva Santos, bem como meus avós, primos e tios e demais familiares por permanecerem sempre presente na partilha de minhas conquistas e frustrações.

Ao Prof. Dr. Nilson Rodrigues da Silva pela orientação, por confiar em mim, pelos ensinamentos e contribuição no meu crescimento profissional e pessoal.

A todos os profissionais de Engenharia Agrônoma, que contribuíram para minha formação, em especial aos que compõem o Núcleo de Graduação em Agronomia Sertão (NEAS). Bem como todos os professores que tive durante minha jornada, especialmente a Daniela Pinheiro Bitencurti Ruiz Esparza (in memoriam).

À Universidade Federal de Sergipe - UFS, em especial o Campus do Sertão pela oportunidade da realização do curso de Bacharel em Engenharia Agrônoma, por toda infraestrutura e apoio e conhecimentos recebidos. Obrigada por me levar à dúvida, à busca de novos encantos pelo mundo adiante. Agradeço-os imensamente pela contribuição de cada um na minha formação.

A todos meus amigos em especial Damares F. Correia, Ylka Priscilla, Larissa Darlany, José Antônio (Netinho), Jailton Junior, Marcus Vinicius, Douglas Costa, Douglas Santos, por toda ajuda, apoio, conselhos e momentos alegres passados junto de mim nessa caminhada. Sou muito grato por tê-los presente em minha vida.

Nossa Senhora da Glória/SE

Julho de 2021

A todos os membros da empresa júnior de Agronomia, Agrosertão Jr, pelos ensinamentos, experiências, amizade e contribuições na minha formação profissional, especialmente Ially Santos, Jadson Lima e Felype Barros.

A Monalisa Soares pelas contribuições e aprendizados no meu período de estágio como minha supervisora, bem como a todos que fazem parte do Instituto Nacional do Semiárido (INSA).

De uma maneira muito sincera, agradeço a todos, que de uma forma ou de outra, tornaram este caminho mais fácil de ser percorrido.

Nossa Senhora da Glória/SE

Julho de 2021

Índice

Lista de siglas.....	8
Lista de símbolos.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3. MISTURA ENTRE AGROQUÍMICOS.....	15
3.2 Compatibilidade e incompatibilidade na mistura entre agroquímicos.....	17
3.3 Compatibilidade entre caldas.....	18
3.4 Testes de compatibilidade e pré-verificação.....	19
3.5 Interações sinérgicas, aditivas ou antagônicas.....	22
3.6 Aspectos do controle químico na cultura do milho.....	23
3.7 Mistura entre herbicidas para a cultura do milho.....	26
3.8 Mistura entre herbicida e inseticida.....	27
3.9 Mistura entre herbicida e fungicidas.....	29
3.10 Mistura entre fungicidas e inseticidas.....	29
3.11 Mistura entre inseticidas.....	30
3.12 Mistura entre fungicidas.....	32
3.13 Mistura entre pesticidas e fertilizantes.....	32

4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	35

Lista de Quadros

Quadro 1. Misturas compatíveis ou não, entre herbicidas para a cultura do milho em tanques de pulverização.....	27
Quadro 2. Misturas compatíveis ou não, entre herbicidas e inseticidas para a cultura do milho em tanques de pulverização.....	29
Quadro 3. Misturas compatíveis ou não, entre fungicidas e inseticidas para a cultura do milho em tanques de pulverização.....	31
Quadro 4. Misturas compatíveis ou não, entre inseticidas para a cultura do milho em tanques de pulverização.....	32
Quadro 5. Misturas compatíveis ou não, entre pesticidas e fertilizantes para a cultura do milho em tanques de pulverização.....	34

Lista de tabelas

Tabela 1. Ordem para adição de produtos no tanque do pulverizador.....	20
Tabela 2. Escala de estabilidade das misturas em “teste de jarra”.....	21

Lista de siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANDEF	Associação Nacional de Defesa Vegetal
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EBI	Biosíntese de Ergosterol
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
µm	Micrómetro
CS	Suspensão de encapsulado
DC	Concentrado dispersível
EC(CE)	Concentrado emulsionável
EO	Emulsão de água em óleo
EW	Emulsão de óleo em água
SC	Suspensão concentrada;
SE	Suspo-emulsão;
SG	Granulado solúvel ;
SL	Concentrado solúvel;
WG	Granulado dispersível.

Lista de símbolos

® Marca registrada

INTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICA NA MISTURA DE AGROQUÍMICOS EM TANQUE DE PULVERIZAÇÃO PARA A CULTURA DO MILHO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Resumo

A mistura em tanque com diferentes classes de produtos fitossanitários é uma prática usual no Brasil nas mais diversas culturas, a exemplo do milho. Tendo em vista a necessidade de conhecer as possíveis implicações físicas, químicas e biológicas desta ação, objetivou-se através de uma revisão bibliográfica, compreender a compatibilidade e incompatibilidade físico-química na mistura entre os principais agroquímicos em tanques de pulverização utilizados na cultura do milho (*Zea mays*), bem como os efeitos destas interações. Visando organizar os resultados de pesquisas para agroquímicos em mistura em tanques e indicar as melhores interações, a partir das combinações entre herbicida, fungicida inseticida, pesticidas e fertilizantes, sendo classificados como compatíveis ou não, levando em conta fatores como antagonismo, aditivismo e sinergismo. Portanto, as informações contidas neste estudo podem servir de base para consultas técnicas, contribuindo com a melhoria nas práticas e gestão de produtos a serem usados em mistura na cultura do milho.

Palavras-chave: Inseticida, Fungicida, Herbicida, Incompatibilidade, *Zea mays*

PHYSICAL-CHEMICAL COMPATIBILITY IN MIXTURES BETWEEN AGROCHEMISTRY IN A SPRAY TANK FOR CORN CULTURE: A LITERATURE REVIEW

Tank mixing with different classes of phytosanitary products is a common practice in Brazil in the most diverse cultures, such as corn. In view of the need to know the possible physical, chemical and biological implications of this action, the objective was, through a literature review, to understand the physicochemical compatibility and incompatibility in the mixture between the main agrochemicals in spray tanks used in corn cultivation (*Zea mays*) as well as the effects of these interactions. Aiming to organize research results for agrochemicals in tank mixtures and indicate the best interactions, from the combinations between herbicide, insecticide fungicide, pesticides and fertilizers, being classified as compatible or not, taking into account factors such as antagonism, additiveism and synergism. Therefore, the information contained in this study can serve as a basis for technical consultations, contributing to the improvement in practices and management of products to be used in mixtures in the corn crop.

Keywords: Insecticide, Fungicide, Herbicide, Incompatibility, *Zeamays*

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma das culturas de maior importância econômica mundial, seu valor nutricional e de grande interesse para alimentação humana e animal, produção de etanol, e fabricação de diversos produtos como medicamentos e colas. No Brasil, a cultura do milho ocupa cerca de 17,7 milhões de hectares, com uma produção total de 101,138 milhões de toneladas e produtividade média de 5.773 kg ha⁻¹ (IBGE, 2019). Apesar de sua tolerância a diversos fatores bióticos e abióticos, o milho apresenta alta susceptibilidade a ataque de espécies específicas de insetos praga e patógenos causadores de doença e competição por recursos do meio ambiente com as plantas daninhas. No entanto, para garantir a alta produtividade dessa cultura, produtores e técnicos destacam o uso adequado de estratégias e táticas de manejo aplicadas no controle fitossanitário de insetos pragas e doenças, durante as fases vegetativa e reprodutiva da cultura, como um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso alcançado na produção dessa cultura.

Existem mais de 40 espécies de insetos-praga e 25 doenças associadas à cultura do milho no Brasil (AGROFIT, 2020), sendo algumas dessas espécies responsáveis por prejuízos econômicos significativos, quando não manejadas de forma adequada. Dentre as estratégias de controle utilizadas com sucesso no manejo desses organismos, podemos destacar o uso do controle cultural como rotação de culturas, biológico como o uso de insetos predadores, genético como o uso de insetos machos estéreis, físico e químico, este último se destaca por sua rapidez e especificidade, sendo o mais utilizado, em conjunto ou individualmente (ROSSKOPF, 1999).

Com o aumento da demanda pelo uso do controle químico nas últimas décadas, a mistura de produtos em tanque de pulverização para controle de organismos praga tem se tornado uma prática cada vez mais comum entre técnicos e produtores (GAZZIERO, 2015). Conceitualmente, a mistura em tanque e a combinação de dois ou mais produtos e afins no tanque do equipamento de pulverização. Essa prática tem sido adotada por produtores de todas as regiões do Brasil, representando 97% dos casos de aplicação (GUIMARÃES, 2014). Dentre os benefícios dessa prática, destaca-se a redução de custos com a aplicação de produtos químicos e naturais, de fertilizantes líquidos, do número de entradas na área, de combustível e do volume de água, menor compactação do solo, menor tempo de exposição do trabalhador rural ao agrotóxico e melhor manejo e prevenção da resistência de pragas (GUIMARÃES, 2014). No entanto, a mistura de

diferentes produtos pode afetar negativamente o pH, a condutividade elétrica da mistura final e pode apresentar incompatibilidade físico-química entre os compostos (ANDRADE et al., 2013). Além disso formar precipitados, separação de fases e complexação (PETTER et al., 2013), o que podem resultar no aumento de toxicidade da calda e redução de produtividade da cultura (KARKANIS al., 2018).

No Brasil, a mistura de agroquímicos no tanque foi regulamentada somente em 2018, através da publicação da Instrução Normativa nº 40, 11 de outubro de 2018 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA(BRASIL, 2018). A partir dessa regulamentação, os Engenheiros Agrônomos passaram a poder prescrever legalmente a mistura de agrotóxicos na Anotação de Responsabilidade Técnica - ART. Embora tenha sido regulamentada em 2018, a mistura de produtos já era amplamente praticada de maneira informal no Brasil ao longo de várias décadas, fazendo parte do cotidiano da realidade no campo, envolvendo muitas vezes misturas simples ou complexas de produtos (GAZZIERO, 2015).A falta de regulamentação também contribuiu, por vários anos, para a marginalização, geração de dúvidas e controvérsias de produtores e técnicos sobre o uso correto e os benefícios dessa prática. Este atraso, também afetou negativamente a produção de estudos científicos e de orientações técnicas, por empresas privadas e instituições de pesquisa, sobre a compatibilidade físico-química da mistura de diferentes produtos fitossanitários, fertilizantes e de outros produtos em tanques de pulverização (RAETANO, CHECHETTO; 2019).

A decisão de realizar a mistura de produtos no tanque é complexa para a grande maioria dos profissionais, porque a mistura de diferentes produtos como herbicidas, fungicidas, inseticidas e adubos foliares pode resultar em efeitos inesperados como o sinergismo, adição ou antagonismo. A incompatibilidade físico-química gerada pela mistura de diferentes produtos podem resultar na melhoria da eficácia de controle ou causar perdas, devido a redução da eficiência da aplicação (QUEIROZ; MARTINS; CUNHA, 2008; PETTER et al., 2013; IKEDA, 2013). Portanto, a compatibilidade da calda determinará se produtos devem ou não ser combinados em tanques de pulverização.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Compreender a partir de um levantamento e análise bibliográfica a compatibilidade e incompatibilidade da mistura no tanque entre as principais classes de agroquímicos utilizados na cultura do milho (*Zea mays*), bem como os resultados destas interações.

2.2 Objetivos específicos

- a) Compreender a prática da mistura de agroquímicos em tanque de pulverização;
- b) Identificar as principais possíveis combinações na mistura entre os principais agroquímicos de diferentes categorias utilizados na cultura do milho (*Zea mays*); em tanque de pulverização
- c) Reconhecer os impactos oriundo da mistura de agroquímicos;
- d) Contribuir com estudos na área do estudo, através da criação do presente trabalho de conclusão de curso.

3. MISTURA ENTRE AGROQUÍMICOS

Plantas daninhas, insetos pragas e doenças podem reduzir a produtividade e afetar a qualidade dos produtos agrícolas como a cultura do milho. Inclusive, a ocorrência concomitante destes organismos praga, ao mesmo tempo e no mesmo espaço, é comum em campos de produção. Além disso, as pesquisas atuais, destinadas a síntese e identificação de novas moléculas de agrotóxicos, tem visado cada vez mais a produção de produtos de ação seletiva e com espectro de ação restrito ao controle de espécies específicas de organismos alvo. Este fato tem contribuído para o aumento do número de produtos adotados no controle de plantas daninhas, artrópodes pragas e patógenos causadores de doenças. Neste contexto, misturar agrotóxicos em tanque de pulverização tem se tornado uma prática cada vez mais comum no Brasil e em outros países (GUIMARÃES, 2014; OLIVEIRA, 2014; KRAUSE, 2014).

A mistura quando realizada no tanque de pulverização pode contribuir para os seguintes benefícios: redução da compactação do solo, o tempo de exposição dos trabalhadores rurais aos agrotóxicos e controlar e prevenir resistência às pragas (GUIMARÃES, 2014). Além de apresentar vantagens em comparação à aplicação de um único composto, devido ao aumento da eficácia de controle contra os organismos alvo e à diminuição das quantidades aplicadas e dos custos (MATTOS et al., 2002).

A mistura entre moléculas de agrotóxicos também está presente em diversos tipos de produtos comerciais com ação herbicida, fungicida, inseticida e ou fertilizantes foliares. Estas formulações comerciais possuem a presença do ingrediente ativo, solventes, surfactantes e ingredientes inertes que irão viabilizar seu armazenamento, transporte e aplicação, sem a perda de suas propriedades. Uma mesma molécula pode ser formulada de diferentes maneiras, e combinações de acordo com as características físico-químicas (VIDAL, R. A.; MEROTTO JR, 2001).

3.1 Histórico legal da mistura entre agroquímicos

No passado, a mistura de produtos em tanque de pulverização era uma prática comum em diversos países, incluindo o Brasil (GIMARÃES et. al, 2014). Até meados dos anos de 1980, as indicações técnicas geradas pela indústria e pela comunidade científica traziam as recomendações sobre as indicações de produtos a serem aplicados em mistura no tanque (GAZZIERO, 2015).

Porém, no Brasil, a partir de abril de 1985, todas as recomendações sobre mistura em tanque foram retiradas das instruções de uso por orientação do ofício DIPROF/SDSV 198/85 encaminhado pelo Ministério da Agricultura à Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF). Ficando assim o entendimento de que a mistura em tanque havia sido proibida, a partir dessa data em diante. Com isso inúmeras ações, reuniões, debates em congressos e seminários científicos foram realizados na tentativa de discutir e normatizar o assunto (LIMA, 1997). Em 1995, foi publicada a portaria nº 67 (BRASIL, 1995), que permitiu as empresas incluírem nos registros a recomendação das misturas em tanque. Porém, essa portaria acabou sendo revogada em 2002, pela Instrução Normativa nº46 (BRASIL, 2002a).

Neste cenário, a mistura em tanque passou a não ser proibida, porém seu uso ficou restrito ao agricultor, sob sua responsabilidade, ainda que a utilização dos agrotóxicos só pudesse ser receitada por um profissional legalmente habilitado e os produtos prescritos com observância das recomendações de uso aprovadas em rótulo e bula, conforme estabelece o Decreto 4.074/02 (BRASIL, 2002b).

A regulamentação da prescrição de mistura em receita agrônômica foi aprovada apenas em 2018, com a publicação da instrução normativa nº 40, de 11 de outubro de 2018, através do Acordo de Cooperação Técnica firmado entre a Secretaria de Defesa Agropecuária – SDA/MAPA e o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – CONFEA (BRASIL, 2018). Nessa instrução normativa, estabeleceu-se as regras complementares para a emissão da receita específica para cada cultura ou problema, complementando o art. 66 do Decreto 4.074 de 04 de janeiro de 2002, que determina que a receita também deverá conter: I - nome do(s) produto(s) comercial(ais) que deverá(ão) ser utilizado(s) e de eventual(ais) produto(s) equivalente(s) e informações acerca de sua incompatibilidade quando for o caso; II - cultura agrícola, áreas onde serão aplicados os agrotóxicos e afins, advertências específicas quanto ao intervalo de segurança e para a colheita dos produtos agrícolas (Brasil, 2018).

As informações constantes em rótulo e bula dos agrotóxicos e afins registrados relativas à mistura em tanque, devem ser levadas em consideração quando existentes, sendo de caráter obrigatório, devendo constar na receita agrônômica. Informações sobre a incompatibilidade dos agrotóxicos também deverão ser dispostas em campo específico da receita, considerando o contexto da recomendação e advertências específicas para a aplicação. Torna se então de competência e responsabilidade do Engenheiro Agrônomo a interpretação das recomendações oficiais sobre mistura e afins, visando a elaboração

da receita agronômica em consonância com as boas práticas agrícolas e com as informações científicas disponíveis. Os critérios e procedimentos tornaram-se passíveis de fiscalização pelos órgãos estaduais e Distrital de Defesa Agropecuária integrantes do Sistema Unificado de Atenção a Sanidade Agropecuária (BRASIL, 2018).

3.2 Compatibilidade e incompatibilidade na mistura entre agroquímicos

Alguns estudos têm apresentado os principais problemas associados a incompatibilidade de agrotóxicos, sendo estes relacionados à dificuldade de dissolução de produtos mistos, formação excessiva de espuma e formação de precipitação no tanque (GAZZIERO, 2015) e separação de fases em geral (SILVA. et al., 2007). A incompatibilidade física pode causar mudanças no pH, dureza da água, efeitos sinérgicos, antagônicos e aditivos, sendo estes problemas frequentemente associados a incompatibilidade entre produtos na ocasião do preparo da calda (QUEIROZ et al., 2008). Além de causar o entupimento de bicos e filtros, resultando em redução da eficiência do produto e dificuldades no processo de aplicação (GAZZIERO, 2015).

De modo geral, as interações físicas estão associadas aos ingredientes inertes contidos nos defensivos (formulações, solventes), já a interação química está associada à molécula dos defensivos, o que abrange a troca de energia entre moléculas geralmente próximas, assim podendo alterar as propriedades da mistura. No entanto, a interação dos defensivos ocorre inicialmente de maneira física em função das características físico-químicas (solubilidade, constante de ionização - pKa, coeficiente de partição octanol-água - Kow) dos defensivos, em seguida, ocorre às interações químicas (PETTER et al., 2013).

A incompatibilidade química entre os diferentes produtos presentes na mistura pode ocasionar diversos problemas na aplicação dos produtos, resultando em perda da qualidade da pulverização, redução da quantidade de produto absorvido ou aderido à superfície de folhas e órgãos da planta. Porém, é importante destacar que em vários casos não é possível identificar a incompatibilidade química da mistura no tanque, já que alguns efeitos adversos se manifestam apenas na planta. A ocorrência lesões em diferentes tecidos vegetais da cultura (fitotoxicidade) podem se manifestar visualmente logo após (poucas horas) ou depois de um longo período (vários dias) após aplicação. Porém, há casos em que o único efeito observado é a redução da eficácia de controle dos produtos (WHITFORD et al., 2018).

Fatores como mecanismo de ação, a dureza da água e o pH encontram-se frequentemente associados a incompatibilidade química entre os diferentes produtos usados no preparo de calda (QUEIROZ et al., 2008). No entanto, para resolver este problema, há vários produtos formulados para serem dissolvidos em água, por isso, deve-se ter a preocupação em deixar a escala de pH em nível não tão alcalino e nem tão ácido, já que estes produtos em pH alcalinos(alto) podem ser facilmente causar degradação por hidrólise, quando pH esta baio pode ocorre dissociação iônica (KISSMANN, 1997). Já os altos índices de dureza da água são propícios para a reação entre os componentes ativos e inertes dos agrotóxicos com íons livres na solução, como Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} e Al^{3+} (STUMM & MORGAN, 1996).

Os adjuvantes são geralmente recomendados no preparo de caldas de diversos agroquímicos, cujo objetivo principal é promover a compatibilidade, penetração e/ou absorção de ingredientes ativos pelas folhas (ZIMDAHL, 2018). Como exemplo, a adoção dos adjuvantes redutores de pH visando o aumento da eficiência de misturas, esta prática tem se tornado comum nas aplicações de defensivos. Os redutores de pH mais utilizados são os produtos de natureza ácida, tais como ácido fosfórico e ácido bórico, outro exemplo são os redutores de espuma (PETTER et al., 2013). Além da mistura de agroquímicos, a adição de adjuvantes à calda pode causar a incompatibilidade física e química, reduzindo a eficácia de controle dos produtos causando fitotoxicidade e a perda da seletividade em algumas culturas (QUEIROZ et al., 2008). Por isso, seu uso não deve ocorrer de forma indiscriminada, sendo necessário avaliá-lo em cada situação, visando de evitar a ocorrência de efeitos adversos a cultura e para a misturas entre agrotóxicos (BOLLER et al., 2007).

3.3 Compatibilidade entre caldas

Os ingredientes ativos estão diretamente relacionados às alterações físicas na mistura, enquanto outras alterações químicas podem ser produzidas por moléculas presentes nos produtos fitossanitários, certas combinações de produtos podem alterar as propriedades químicas da solução e afetar a eficiência dos tratamentos fitossanitários. (PETTER et al., 2013). Misturas indiscriminadas podem causar à separação de fases e complexação, formar aglomerados e precipitados (SILVA et al., 2007), ou causar efeitos toxicológicos desconhecidos, que afetem significativamente as propriedades toxicológicas dos cultivos (MACIEL et al., 2009).

O entupimento dos bicos de pulverizações e filtros são consequências diretas da mistura errôneas entre caldas, resultando em dificuldades operacionais com excessivas paradas para desentupimento durante as aplicações e, conseqüentemente, a redução na eficácia dos produtos e dificuldades durante a aplicação. Essas alterações fazem com que parte do produto não seja aplicada com as gotas pulverizadas, ou seja, devido à perda causada pela reação no tanque, o número de produtos que podem ser usados para controlar o alvo de aplicação é reduzido. (DELLA VECHIA et al., 2017).

A dissociação de emulsões esta entre as principais consequências relacionadas a qualidade da água na mistura ou na dosagem e até mesmo pela baixa estabilidade da formulação. Outra consequência observada ocorre nas misturas de concentrados emulsionáveis e pós molháveis ou suspensões concentradas, sendo denominada de floculação, normalmente ocorre quando são usadas altas concentrações das misturas ou diluições após sua junção no tanque de pulverização e deixadas em repouso por tempo prolongado. Esse processo ocorre devido a incompatibilidade química dos solventes ou até mesmo dos ingredientes ativos (AZEVEDO et al., 2006).

A sedimentação de partículas de líquidos em repouso é um processo natural. Porém, o importante é que haja redispersão destas partículas quando houver agitação contínua da calda no interior do tanque durante a pulverização. A presença de sedimentos no fundo do tanque de pulverização é um indicativo da qualidade da calda aplicada no campo, fato que contribuir para redução da eficácia no controle de organismo alvo, devido à baixa concentração ou desuniforme na aplicação produto nos tecidos da planta (PETTER et al., 2013).

O pH da calda também é um parâmetro utilizado como indicador da incompatibilidade entre produtos. Quando o pH da mistura está próximo a neutralidade, ocorre uma maior disponibilidade de cátions livres na solução que podem se ligar aos ativos dispersos, levando assim a ocorrência de precipitados, acelerando a degradação do produto, reduzindo a quantidade de ingrediente ativo disponível e da eficácia biológica do produto (PETTER et al. 2013). Desta forma, a redução do pH reduz a hidrólise alcalina de produtos sensíveis à calda com pH elevado (CUNHA; ALVES, 2009).

3.4 Testes de compatibilidade e pré-verificação

Á Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) elaborou uma metodologias que envolvam a compatibilidade físico-químicas, em mistura de

agrotóxicos, por meio da denominada NBR 13875:2014, a metodologia é dividida em técnica estática e dinâmica, sendo realizadas avaliações visuais das caldas, em tempos pré-estabelecidos de forma a avaliar a homogeneidade das misturas (ABNT, 2014). As técnicas desenvolvidas tem sido implantada em testes de campo e em estudos relacionados a área. Os agroquímicos devem ser testados individualmente quanto às suas características de dispersão (homogeneização). As misturas devem ser preparadas utilizando água padrão com dureza total de 20 mg kg⁻¹ em Ca CO₃, como veículo, conforme NBR 13074: 2004 e as doses máximas registradas para cada agroquímico (ABNT, 2004). A aparência da mistura, deve ser avaliada em presença (P) ou ausência (A) de acordo com os seguintes parâmetros: homogeneidade, floculação, sedimentação, separação de fases, formação de caroços em uma peneira com abertura de 149 µm, conforme NBR NM ISO 3310-1: 2010 (ABNT, 2010).

A ausência de compatibilidade física entre misturas de agroquímicos e mais facilmente observada, podendo está associada à sequência correta de adição destes produtos e ao período de agitação da mistura, especificado na NBR 13875: 2014 (ABNT, 2014). De acordo com as recomendações, o preparo de caldas em mistura deve inicialmente começar pela diluição de produtos de formulação do tipo sólido (partículas dispersas e pós molháveis); em seguida, formulações líquidas, de acordo com os aditivos de compatibilidade, suspensões concentradas, suspo-emulsões, emulsões óleo em água, na sequência concentrados emulsionáveis, soluções concentradas e adjuvantes (óleos, agentes umectantes etc.) (Tabela 1). Para evitar a incompatibilidade, essas informações foram compiladas de acordo com as recomendações e restrições ao uso de agrotóxicos em mistura contida na bula dos produtos. Além disso, é recomendado o uso de uma pré-mistura para verificação de reações adversas (GAZZIERO, 2015).

Tabela 1. Ordem para adição de produtos no tanque do pulverizador.

Ordem	Formulação	Sigla
1°	Água	
2°	Pó Molhável	WP
3°	Grânulos dispersíveis em água	WG
4°	Adjuvantes de compatibilidade	
5°	Suspensão Concentrada	SC
6°	Suspensão concentrada em óleo	OD
7°	Sulpo-emulsões	SE
8°	Emulsão em água	EW
9°	Emulsão em óleo	OE
10°	Concentrado emulsionável	EC
11°	Concentração solúvel	SL
12°	Solução aquosa não concentrada	SANC
13°	Solução aquosa concentrada	SAC
14°	Aubos foliares	
15°	Outros adjuvantes (óleo, espalhante,...)	

Fonte: DECARO JUNIOR, 2019

Outro método de pré-verificação da compatibilidade físico-química de agrotóxicos sob condições específicas de aplicação, é denominada "teste de jarra", ajudando a tecnologia de aplicação dos produtos, para avaliar se existe uma reação físico-química adversa entre o produto e / ou a água do tanque. (AENDA, 2019). A partir do teste de jarra é possível mensurar e simular possíveis efeitos da mistura, possibilitando testar diferentes combinações utilizando baixos volumes dos produtos (WHITFORD et al., 2018a).

O teste pode ser realizado utilizando uma jarra ou garrafa do tipo PET, após adicionar todos os produtos no recipiente, juntamente com a água, a solução deverá ser agitada até obter a homogeneização completa, em seguida, a mistura deve permanecer em repouso (aproximadamente 30 minutos) a partir de então deve ser observada o surgimento de incompatibilidade, como a presença de sobrenadante, floculação, separação de fases, formação de precipitados ou manutenção da mistura homogênea dos produtos (PETTER et al., 2012; WHITFORD et al., 2018b) como pode ser observado na

Tabela 2. Quando observado algum indício de incompatibilidade, os produtos devem ser substituídos ou aplicados separadamente.

Tabela 2. Escala de estabilidade das misturas em “teste de jarra”

Grau	Condição	Recomendação
1	Separação imediata	Não aplicar
2	Separação até 5 minutos	Não aplicar
3	Separação até 10 minutos	Agitação contínua
4	Separação até 30 minutos	Agitação contínua
5	Estabilidade perfeita	Sem restrições

Fonte: Centro Brasileiro de Bioaeronáutica (CBB)

Os testes de pré-verificação observam principalmente a incompatibilidade física visível, porém também há a biocompatibilidade ou compatibilidade biológica, seu impacto no controle de pragas são mais difíceis de avaliar. O impacto da interação entre agrotóxicos e a praga alvo, pode variar dependendo da espécie/linhagem, da natureza química do produto e da dosagem usada. Essa interação pode inibir o crescimento vegetativo e a esporulação de microrganismos, podendo até causar mutações genéticas. Além disso, a presença de emulsificantes e outras substâncias inertes pode afetar essa compatibilidade (BATISTA FILHO et al., 2001).

3.5 Interações sinérgicas, aditivas ou antagônicas

A mistura entre agrotóxicos pode resultar em efeitos aditivo, quando a eficiência do produto é igual ou similar ao resultado individual; sinérgico, quando a mistura entre produtos aumenta a eficiência entre os produtos; e antagônico, quando um produto interfere negativamente na eficiência do outro (QUEIROZ et al. 2008).

Os efeitos sinérgicos e aditivos são associados a compatibilidade, já o efeito antagônico a incompatibilidade (SIRVI et al., 2013). Interações antagônicas podem ser atribuída à um efeito negativo, indesejado, no qual pode interferir o sítio de ação do agroquímico, através de mudanças na capacidade de absorção, translocação e metabolismo da planta (MUELLER et al., 1990; BARNES & OLIVER, 2004; MATZENBACHER et al., 2015). A família das Poaceae (gramíneas) representam cerca de 80% das interações antagônicas conhecidas (ZHANG et al, 1995; DAMALAS et al., 2004).

A mistura entre herbicidas sistêmicos e de contato é um exemplo de efeito antagônico, tal efeito ocorre porque a ação do herbicida de contato pode acontecer mais rápido, impedindo que o sistêmico tenha efeito, o que reduz a eficácia de controle das plantas daninhas (BETHKE et al., 2013). Sendo importante destacar que a interação entre os herbicidas depende de fatores como o tipo do herbicida, da dosagem e da planta alvo. Este efeito pode ser contornado pela aplicação individual e intervalo entre as aplicações (MATZENBACHER et al., 2015).

As interações sinérgicas são consideradas positivas e desejadas na maioria dos casos, as chances de ocorrer interações sinérgicas ou antagônicas em misturas com herbicidas pertencentes a diferentes mecanismos de ação, é a mesma (ZHANG et al., 1995). Os principais efeitos aditivos conhecidos podem ser exemplificados através das associações entreglyphosate + chlorimuron-ethyl, glyphosate + carfentrazone-ethyl, atrazine + simazine ou metolachlor, entre outros. Efeitos sinérgicos foram observados na mistura de inibidores da biossíntese de carotenoides e de inibidores do fotossistema II, e também na mistura dos herbicidas metribuzin + saflufenacil, isoxaflutole + atrazine e demetribuzin + clomazone, (CARVALHO, 2013).

Normalmente essas interações, são imprevisíveis, porque ela pode afetar as características químicas e toxicológicas dos produtos em mistura, fato que pode levar a perda de estabilidade ou do potencial tóxico do produto. Além disso, a qualidade da água é outro fator para se trabalhar com mistura, pois fatores relacionados a presença de minerais suspensos, pH e dureza da água pode inviabilizar a mistura de produtos (QUEIROZ et al., 2008)

3.6 Aspectos do controle químico na cultura do milho

A recorrência de plantas daninhas, doenças e insetos-praga é um dos principais problemas da cultura do milho, por isso é necessário tomar medidas de manejo fitossanitário adequadas. O controle químico é a principal estratégia de controle de doenças do milho, geralmente causadas por fungos como Ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), Ferrugem polísora (*P. polysora*), a Helminthosporiose (*Helminthosporium turcicum*), Mancha da Cercosporiose (*Cercospora zea maydis*) e a Mancha de phaeosphaeria (*P. maydis*), encontradas com maior frequência nas lavouras. (FORNASERI FILHO, 1992).

No controle das doenças, é recomendado o uso de cultivares mais resistentes, sincronia das épocas de semeadura do milho em uma região, rotação de culturas, uso de

sementes tratadas com fungicidas e de boa qualidade, solo bem manejado, uso da densidade de semeadura recomendada, adubação adequada, controle de pragas e de plantas daninhas, o uso complementar de fungicidas na parte aérea das plantas muitas vezes precisa ser adotado, o que tem se mostrado economicamente viável (FANTIN, 2006). A pulverização foliar de um fungicida eficaz pode impedir a progressão da doença e seu efeito pode perdurar de forma contínua por um período residual específico (PINTO; et al, 2004).

Várias espécies de insetos estão associadas à cultura do milho, mas poucas apresentam características de uma praga-chave, como regularidade de ocorrência, abrangência geográfica e potencial para causar danos economicamente significativos (BARROS, 2012a). Insetos pragas importantes, como a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), algumas espécies de percevejos como o Percevejo barriga-verde (*Dichelops furcatus* e *D. melacanthus*), Lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*) e a Cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) causam danos com maior frequência (AGROFIT, 2019).

Os inseticidas são uma das principais ferramentas usadas no controle de insetos pragas da cultura do milho, incluindo principalmente dois métodos de aplicação: tratamento de sementes e pulverização no solo ou em sulcos. A resistência dos insetos a inseticidas nas lavouras tem sido problemática recorrente e como consequência o aumento das doses aplicadas, seguido por um aumento na frequência de aplicações e, por fim, a necessidade de substituição do produto, resultando no aumento dos custos (BARROS, 2012b).

O manejo de plantas daninhas é complexo, com a ocorrência de monocotiledôneas (folhas estreitas) e dicotiledôneas (folhas largas) resistentes a herbicidas e/ou tolerantes em uma mesma área, e até mesmo infestação por plantas de diferentes estádios fenológicos. Nesses casos, herbicidas com diferentes mecanismos de ação precisam ser usados em combinação ou sequencialmente para um controle efetivo. (TREZZI et al., 2007; ZOBIOLE et al., 2016). As mais diversas plantas espontâneas podem competir diretamente com as lavouras de milho, como Buva (*Conyza spp.*), Capim Amargoso (*Digitaria insularis*), Caruru (*Amaranthus palmeri*) e Trapoeraba (*Commelina benghalensis*) (SILVA, 2007).

O milho apresenta diversos híbridos, o que possibilita sua condução e produção em diferentes locais. É notório que a reação dos híbridos de milho a herbicidas pós-emergentes é diferente quanto ao grau de seletividade (NICOLAI et al., 2003). A

seletividade é a capacidade de um determinado herbicida eliminar plantas daninhas que se encontram no mesmo ambiente da cultura sem causar danos fitotóxicos capazes de reduzir a produtividade e/ou prejudicar a qualidade do produto colhido (VELINI et al. 1992). A seletividade do herbicida para plantas cultivadas permite o controle na linha de plantio sem causar danos ao sistema radicular e alta operabilidade em uma área maior (VICTÓRIA FILHO, 2003). As espécies de milho geneticamente modificados permitem o uso de herbicidas que até então eram inviáveis para a cultura do milho (PELLEGRINO; BEDINI; ERCOLI, 2018). As plantações geneticamente modificadas são cultivadas em mais de 80% da área cultivada com milho no Brasil (BERNARDI et al., 2017).

Devido ao complexo de pragas que acometem a cultura, tem se tornado comum as pulverizações destinadas ao controle das doenças, insetos pragas e planta daninhas, coincidirem com a necessidade de controle no mesmo período e local, embora, tecnicamente, essa necessidade não coincide com a realidade das áreas de adoção dos preceitos do Manejo Integrado de Pragas (MIP) e de Doenças (MID). Entretanto segundo dados de pesquisa, a mistura de agroquímicos em tanque realizadas pelos agricultores, utilizam em média de dois a cinco produtos na calda de aplicação em 95% das pulverizações (GAZZIERO, 2015).

Os princípios do MIP devem ser seguidos nas intervenções de manejo de pragas do milho, em vista que a estratégia leva em consideração os custos, benefícios e impactos sociais e ambientais das estratégias adotadas (BACCI et al., 2007). Na necessidade do controle químico nas lavouras, o MIP estipula que os agrotóxicos seletivos devem ser utilizados preferencialmente, em rotação, produtos que atuam na fisiologia do inseto praga ou produtos de origem biológica ou vegetal, alternando o mecanismo de ação, visando a maior eficiência no controle, na aplicação. (WORDELLFILHO, 2016).

A tecnologia de aplicação, contudo, é outro fator relevante quando se considera a adoção da aplicação de agroquímicos, que deverá garantir a deposição do produto no alvo desejado, de forma eficiente, evitando ainda perdas para o ambiente (CUNHA, 2008; VAN ZYL et al., 2013). Nesse sentido, a adoção adequada da taxa de aplicação, das pontas utilizadas, do tamanho e da densidade de gotas mais uniformes são fatores fundamentais para que os agrotóxicos não percam sua eficácia de controle, bem como o uso de EPI por parte do aplicador (SOUZA et al., 2012).

3.7 Mistura entre herbicidas para a cultura do milho

A misturas de herbicidas constitui uma estratégia importante para o manejo de manejo de espécies de plantas daninhas resistentes e para aumentar o período residual e o espectro da ação de controle desses produtos. Além disso, é importante destacar que aplicação simultânea de dois ou mais produtos com ingredientes ativos ou mecanismos de ação diferentes, permite aos técnicos e produtores o controle de espécies tolerantes a herbicidas e a mitigação ou prevenção da seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes no campo (ABBAS et al., 2016).

A mistura entre atrazina + nicossulfuron foi eficiente no controle do Picão preto (*Bidens pilosa*) (Asteraceae), Capim-brachiaria (*Brachiaria decumbens*), Capim-Marmelada (*Brachiaria plantaginea*), Capim colchão (*Digitaria horizontalis*) (Poaceae), e a Corda de viola (*Ipomoea grandifolia*) (Convolvulaceae) (SILVA et al., 2005). Apesar de ser quimicamente compatível, sua combinação requer atenção quanto a compatibilidade física (AGROBDO, 2018).

Outros exemplos de mistura entre os herbicidas para a cultura do milho podem ser observados no Quadro 1. A Atrazina Nortoxr®+Soberan®; Accent®+ Posmil®; Soberan® + Posmil®, apresentaram compatibilidade parcial, sendo necessário atenção quanto a ordem de mistura e inclusão de adjuvantes, sendo recomendando uma pré-mistura ou aplicação separadamente. Já a mistura dos herbicidas (AtrazinaNortox® + RoundupTrasorb®) apresentou incompatibilidade física, sendo indicada a aplicação de forma separada e sem mistura em tanques de pulverização, enquanto a mistura entre Select(pré-plantio)+ 2,4-D DMA 806 apresentou compatibilidade total.

Quadro 1. Misturas compatíveis ou não, entre herbicidas para a cultura do milho em tanques de pulverização.

Tratamento: Nome comercial / Ingrediente ativo	Formulação	Formação de espuma	Entup. do bico	Incompa. físico-química	Citação
AtrazinaNortox +Soberan +Nimbus ¹	SC+SC+CE	Sim	Atenção ²	Atenção ²	AGROBDO, 2018
Select pré-	CE + SL	Não	Não	Não	AGROBDO,

plântio + 2,4-D DMA 806					2018
Accent +Posmil	WG+SC	Não	Não	Atenção ²	AGROBDO, 2018
AtrazinaNortox + RoundupTrasor b	SC+SL	Sim	Atenção ²	Sim	AGROBDO, 2018
Soberan + Posmil	SC+SC	Não	Atenção ²	Atenção ²	AGROBDO, 2018
Atrazina + Nicosulfuron	SC+SC	Não	Atenção ²	Atenção ²	SILVA et al., 2005

¹Adjúntes ou aditivos indicados na bula dos produtos; **Entup. do bico:** Entupimento do bico; Parâmetros para **Compatibilidade Físico-Química:** Compatibilidade física (Sedimentação, floculação, decantação e formação de grânulos ou pastas, aderência de produtos nas paredes, filtros e do pulverizador); Compatibilidade química (pH, antagonismo, sinergismo, ingredientes ativos e dissociação das emulsões). ²**Atenção:** Algum dos fatores pode vir a causar problemas de compatibilidade. EC(CE): Concentrado emulsionável; SC: suspensão concentrada; SE: suspo-emulsão; SL: concentrado solúvel; WG: granulado dispersível.

3.8 Mistura entre herbicida e inseticida

Inseticidas e herbicidas podem ser aplicados de forma simultânea ou sequencialmente, o que pode acarretar a ocorrência de interações antagônicas, aditivas ou sinérgicas (RAHMAN E JAMES, 1993). A mistura de inseticidas (chlorpirifos ou lufenuron ou methomyl) e herbicidas (mesotrione + atrazine) não alteram os níveis de controle das plantas daninhas no início da cultura do milho (NASSER, 2006a). Interações sinérgicas foram observadas entre o herbicida nicosulfuron (grupo das sulfoniluréias) e o inseticida clopirifós (grupo dos organofosforados), no entanto, essa mistura causa severas injúrias à cultura do milho (RAHMAN E JAMES, 1993). Na cultura do milho os inseticidas podem causar maior redução de seletividade ao herbicida, tornando-se fitotóxicos (NASSER, 2006b).

Os inseticidas clorpirifós, em combinação com herbicidas, podem apresentar tantos efeitos aditivos quanto antagônicos, dependendo do produto testado. Forte fitotoxicidade foi observada em herbicidas misturados com inseticidas aplicados ao

milho para controle da Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) (NICOLAI et al., 2006). Além disso, estes inseticidas aumentaram a toxicidade do herbicida para as plantas de milho quando misturado, o que pode ser devido à inibição do metabolismo ou aumento da absorção e translocação de nicossulfuron na presença de clorpirifós (SILVA et al., 2005).

O comportamento seletivo da mistura (mesotrione + atrazine) sobre os híbridos de milho, apresentou injúrias sobre a cultura do milho híbrido, porém não excedendo 10%, porcentagem aceitável (MATTE et al., 2018). As misturas entre RoundupTransorb r®+ EngeoPleno® e Nomolt®+ Roundup Original® como mostrado na Quadro 2. Apresentaram forte incompatibilidade física, com grande probabilidade de formação de espuma, entupimento de filtros e dos bicos de pulverização, já a misturas entre Accent® +Nomolt® demonstrou compatibilidade físico-química, enquanto a junção entre Engeo Pleno® +AtrazinaNortox® + BasuKa®+ RoundupTransorb r® se mostrou parcialmente compatível requerendo atenção.

Quadro 2. Misturas compatíveis ou não, entre herbicidas e inseticidas para a cultura do milho em tanques de pulverização.

Tratamento: Nome comercial / Ingrediente ativo	Formulação	Formação de espuma	Entup. do bico	Incompa. físico- química	Citação
RoundupTransorb r + Engeo Pleno	SL + SC	Não	Sim	Sim	AGROBDO, 2018
Nomolt+ Roundup Original +Agrex Oil ¹	SC+SL	Sim	Sim	Sim	AGROBDO, 2018
Accent +Nomolt	WG+SC	Não	Não	Não	AGROBDO, 2018
EngeoPleno+ Atrazina Nortox+ BasuKa +Roundup Transorb r +Nimbus ¹	SC+SC+SL+ SL+CE	Sim	Atenção ²	Não	AGROBDO, 2018
Atrazina+	SL+SC	Não	Não	Não	MATTE et al.,

Mesotriona					2018
------------	--	--	--	--	------

¹Adjuvantes ou aditivos indicados na bula dos produtos; **Entup. do bico:** Entupimento do bico; Parâmetros para **Compatibilidade Físico-Química:** Compatibilidade física (Sedimentação, floculação, decantação e formação de grânulos ou pastas, aderência de produtos nas paredes, filtros e do pulverizador); Compatibilidade química (pH, antagonismo, sinergismo, ingredientes ativos e dissociação das emulsões). ²**Atenção:** Algum dos fatores pode vir a causar problemas de compatibilidade. EC(CE): Concentrado emulsionável; SC: suspensão concentrada; SE: suspenso-emulsão; SL: concentrado solúvel; WG: granulado dispersível.

3.9 Mistura entre herbicida e fungicidas

Fungicidas e herbicidas aplicados em conjunto podem causar problemas de incompatibilidade, geralmente física, entre determinados produtos, devido principalmente à formulação de cada produto, a ordem de adição no tanque ou a existência de outros produtos dificultam. Porém, o principal obstáculo é o potencial de hidrogênio (pH) da solução da calda, pois a faixa de pH pode não ser a adequada para o perfeito funcionamento de um produto fitossanitário, criando incompatibilidade física. O valor do pH é uma medida da alcalinidade ou acidez de uma solução. Este valor afeta seriamente a absorção, adsorção e disponibilidade de moléculas dos agrotóxicos (SCHILDER et al., 2008).

3.10 Mistura entre fungicidas e inseticidas

A mistura em tanque entre fungicida e inseticida é a mais comum dentre as misturas, totalizando cerca de 31% de todas as aplicações, geralmente esta técnica agrônoma aumenta o espectro de controle de pragas e doenças (FERREIRA LIMA, 2010). Misturas de fungicidas e inseticidas, devem ser cuidadosamente avaliadas, porque essas misturas podem danificar as lavouras e expandir o sinergismo para organismos não-alvo. A mistura de tiacloprid e fungicidas EBI pode aumentar a mortalidade de abelhas, por exemplo (WERNECKE et al., 2019).

Incompatibilidades foram observadas anteriormente nas misturas de inseticidas clorpirifós, cipermetrina, tiametoxam/lambda-cialotrinae inseticidas fisiológicos teflubenzuron e triflumuron com os fungicidas piraclostrobina/epoxiconazole, azoxystrobina/ciproconazol e flutriafol/tiofanato-metílico, como por exemplo os produtos comerciais Lorsban®+ Opera®; Engeo Pleno® +Operar demonstrados no Quadro 3. Por outro lado, o uso de redutores de pH (ácido pirolenhoso e ácido bórico)

tem demonstrado ser uma boa alternativa nas misturas de inseticidas com fungicidas. Resultados diferentes dos obtidos a partir da mistura entre Metomil 215[®]+Nativo[®] e Metomil 215[®] + Opera[®], onde não apresentaram grandes incompatibilidades (PETTER et al., 2013), outra mistura compatível foi Unizeb Gold[®] +Abacus[®] +EngeoPleno[®]+ Assist[®]).

Quadro 3. Misturas compatíveis ou não, entre fungicidas e inseticidas para a cultura do milho em tanques de pulverização.

Tratamento: Nome comercial / Ingrediente ativo	Formulação	Formação de espuma	Entup. do bico	Incompa. físico-química	Citação
Lorsban+ Opera	SL+SE	Não	Sim	Atenção ²	PETEER, et al.,2013
Metomil 215SL+Nativo	SL+SC	Não	Não	Não	PETEER, et al.,2013
Engeo Pleno +Opera	SC+SE	Não	Sim	Atenção ²	PETEER, et al.,2013
Unizeb Gold +Abacus +EngeoPleno+ Assist ¹	WG+SC+SC	Não	Não	Não	AGROBDO, 2018

¹Adjuvantes ou aditivos indicados na bula dos produtos; **Entup. do bico**: Entupimento do bico; Parâmetros para **Compatibilidade Físico-Química**: Compatibilidade física (Sedimentação, floculação, decantação e formação de grânulos ou pastas, aderência de produtos nas paredes, filtros e do pulverizador); Compatibilidade química (pH, antagonismo, sinergismo, ingredientes ativos e dissociação das emulsões). ²**Atenção**: Algum dos fatores pode vir a causar problemas de compatibilidade. EC(CE): Concentrado emulsionável; SC: suspensão concentrada; SE: suspo-emulsão; SL: concentrado solúvel.

3.11 Mistura entre inseticidas

Diferentes produtos químicos podem controlar, atrair ou repelir insetos (VIEGAS JÚNIOR, 2003), e sua associação pode melhorar a eficiência do controle. Misturas de inseticidas podem ser mais eficazes devido aos diferentes modos de ação de seus constituintes, com efeito aditivo ou efeito sinérgico, outra vantagem e a possível diminuição da pressão de seleção sobre os insetos, o que pode levar a

resistência dos insetos a inseticidas, neste caso a mistura de produtos pode reduzir esse problema (BLÜMEL E GROSS, 2001).

Como demonstrado na Quadro 4, a mistura de inseticida lufenurom + profenofós controlou de forma eficiente a lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*), devido à associação de dois princípios ativos com diferentes modos de ação (organofosforado e benzoilureia). Este efeito é resultante do sinergismo, no qual é somado à ação residual do regulador de crescimento (GUEDES et al., 2012). A mistura de fenitrotion + esfenvalerato não foi eficiente no controle do Gorgulho do milho (*Sitophilus oryzae*) (VÁSQUEZ-CASTRO et al., 2008). Já a mistura de imidacloprid + tiodicarbe tem alto potencial para o tratamento do sorgo sem causar fitotoxicidade ou danificar as mudas (VANIN et al., 2011).

Quadro 4. Misturas compatíveis ou não, entre inseticidas para a cultura do milho em tanques de pulverização.

Tratamento: Nome comercial / Ingrediente ativo	Formulação	Formação de espuma	Entup. do bico	Incompa. físico-química	Citação
Luferulon+Profenofós	EC+EC	Não	Não	Não	GUEDES et al., 2012
Fenitrotiona + Esfenvalerato	EC+EC	Não	Não	Sim	VÁSQUEZ-CASTRO et al., 2008
Imidacloprid + Tiodicarbe	SC+SC	Não	Não	Não	VANIN et al., 2011

¹Adjuntos ou aditivos indicados na bula dos produtos; **Entup. do bico**: Entupimento do bico; Parâmetros para **Compatibilidade Físico-Química**: Compatibilidade física (Sedimentação, floculação, decantação e formação de grânulos ou pastas, aderência de produtos nas paredes, filtros e do pulverizador); Compatibilidade química (pH, antagonismo, sinergismo, ingredientes ativos e dissociação das emulsões). ²**Atenção**: Algum dos fatores pode vir a causar problemas de compatibilidade. EC(CE): Concentrado emulsionável; SC: suspensão concentrada; SE: suspo-emulsão; SL: concentrado solúvel.

3.12 Mistura entre fungicidas

Os fungicidas são o grupo mais numeroso e essencial para o controle de doenças nas plantas. O uso de fungicidas é uma das principais medidas para controlar as doenças

causadoras de patógenos que levam a perdas significativas em culturas de interesse econômico (COELHO et al., 2011). Alguns fungicidas possuem melhor eficácia no controle da mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*) no milho, quando aplicado em conjunto, como nas misturas entre epoxiconazol + piraclostrobina; epoxiconazol + piraclostrobina; ciproconazol + azoxistrobina, ciproconazol + azoxistrobina + nimbus; ciproconazol + azoxistrobina+ nimbus (DUARTE., 2009).

3.13 Mistura entre pesticidas e fertilizantes

A adubação foliar é uma prática que vem se destacando no manejo das lavouras, visando complementar a aplicação via solo, no fornecimento de macro e micronutrientes (REZENDE et al., 2005). A utilização de pesticidas juntamente com fertilizantes foliares e outros defensivos agrícolas no tanque de pulverização contendo o herbicida, pode modificar a capacidade da planta em tolerar o pesticida, resultando na perda da seletividade e também da eficiência no controle de plantas daninhas (REZENDE et al., 2012). Por outro lado, estudos demonstram também resultados positivos, observados em situações de baixa e media pressão de doenças, utilizando doses reduzidas de fungicidas com controle satisfatório de doenças, sem perca de rendimento das lavouras (MACYNSKA et al., 2005).

A atrazina aplicada juntamente com os fertilizantes N, P, K (15;15;15) não afetou a produção do milho, a compatibilidade física do herbicida com os fertilizantes foi considerada satisfatória. O herbicida foi compatível imediatamente após agitação, mas após 1 hora, começou um processo de separação de fases que foi aumentado ao longo tempo, na duração de 8 semanas do estudo, expondo a necessidade de constante agitação no tanque de pulverização (MAYER, et al., 1973). No Quadro 5 pode ser observado que a mistura entre Engeo Pleno® + Orkestra® + Roundup Transorb r® + Assist® + Potafort® (NPK) resultou em uma possível incompatibilidade física (entupimento de filtros e bicos de pulverizadores), já a mistura entre Ampligo® + Fox® + Roundup Transorb r® + Aureo+Glutamin Doble® – Zn + Mn + aminoácidos não apresentou incompatibilidades (AGRODBO, 2018).

Quadro 5. Misturas compatíveis ou não, entre pesticidas e fertilizantes para a cultura do milho em tanques de pulverização.

Tratamento: Nome comercial / Ingrediente ativo	Formulação	Formação de espuma	Entup. do bico	Incompa. físico-química	Citação
Atrazina+NPK	SC+	Não	Não	Não	MAYER et al., 1973
Engeo Pleno + Orkestra + Roundup Transorb r + Assist + Potafort (NPK)	SC+SC+SL+ CE	Não	Sim	Não	AGROBDO, 2018
Ampligo + Fox + Roundup Transorb r + Aureo+Glutamin Doble – Zn +Mn+ aminoácidos	SC+SC+SL+ CE	Não	Não	Não	AGROBDO, 2018

¹Adjuntos ou aditivos indicados na bula dos produtos; **Entup. do bico**: Entupimento do bico; Parâmetros para **Compatibilidade Físico-Química**: Compatibilidade física (Sedimentação, floculação, decantação e formação de grânulos ou pastas, aderência de produtos nas paredes, filtros e do pulverizador); Compatibilidade química (pH, antagonismo, sinergismo, ingredientes ativos e dissociação das emulsões). ²**Atenção**: Algum dos fatores pode vir a causar problemas de compatibilidade. **CS** : Suspensão de encapsulado; **DC**: Concentrado dispersível ; **EC(CE)**: Concentrado emulsionável; **EO**: emulsão de água em óleo ; **EW**:emulsão de óleo em água; **SC**: suspensão concentrada; **SE**: suspo-emulsão; **SG**: granulado solúvel ; **SL**: concentrado solúvel; **WG**: granulado dispersível.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo constata que a mistura de herbicidas em tanque representa uma alternativa viável, prática e legal para técnicos e produtores adotarem no controle fitossanitário da cultura do milho.

Percebe-se que há uma carência de informações sobre as interações dos diferentes tipos de formulação, do volume de calda, da dose ideal de produtos e sobre a qualidade ideal da água, relacionados a mistura.

A associação entre agroquímicos demonstra interações imprevisíveis, testes práticos em pré verificação como o “teste de jarra” pode evitar problemas maiores em campo.

Os impactos, principalmente negativos, de muitas misturas, precisam ser bem compreendidos, possibilitando auxiliar na escolha das melhores práticas na junção de produtos no tanque para a cultura do milho. Podendo auxiliar consultas técnicas, para a redução dos efeitos deletérios das misturas.

O trabalho em questão demonstra que o processo de misturas entre agroquímicos é complexo, envolvendo muitas variáveis e diversas combinações possíveis entre os produtos que afetam diretamente na estabilidade final da calda destinada a cultura do milho.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABBAS, T.; NADEEM, M. A.; TANVEER, A.; AHMAD, R. **Identifying optimum herbicide mixtures to manage and avoid fenoxaprop-p-ethyl resistant phalaris minor in wheat.** Planta Daninha, v. 34, n. 4, p. 787-794, 2016.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13875.** Agrotóxicos e afins - Avaliação de compatibilidade físico-química. Rio de Janeiro, 12p., 2014.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - **NBR 13074: 2004** . Agrotóxicos e afins - Preparação de água-padrão para ensaios. Rio de Janeiro: 2004. 14 p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR NM ISO 3310-1: 2010** . Peneiras de ensaio - Requisitos técnicos e técnicas verificação. Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico. p. 20, 2010.
- AENDA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DEFENSIVOS GENÉRICOS. **Técnica e controle das misturas.** Disponível em: http://www.aenda.org.br/artigos_post/tecnica-e-controle-das-misturas. Acesso em: 01 de junho de 2021.
- AGROFIT. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Disponível site MAPA (08 abr. 2019). URL:<http://www.agricultura.gov.br> Consultado em 12 jun. 2021.
- AGROFIT: **Sistema de agrotóxicos fitossanitários.** Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. (09 abr 2020). Acesso em: 10 jul. 2021.
- ALVES, E., CORRÊA, M. R., CATANEO, A. C., VELINI, D., CAVARIANI, C. **Avaliação da seletividade de cultivares de milho a mesotrione + atrazine e a metolachlor em função da atividade de glutathione S-transferase.** Boletim Informativo SBCPD, São Paulo, v.10, Suplemento, p.132, 2003.
- ANDRADE, D. J; FERREIRA, M. C; FENÓLIO, L. **Compatibilidade entre acaricidas e fertilizantes foliares em função de diferentes águas no controle do ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus phoenicis*.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 35, n. 1, p. 039-050, Março, 2013.
- ARAÚJO, G. A. A., SILVA, A. A., THOMAS, A., & ROCHA, P. R. R.. **Misturas de herbicidas com adubo molibdico na cultura do feijão.** Planta Daninha, 26 (1), 237-247, 2008.

ARRUÉ, A.; GUEDES, J. V. C.; BURTET, L. M.; STURMER, G. R.; BIGOLIN, M.; STEFANELO, L. S.; SARI, B. G. **Influência da mistura em tanque de inseticidas e fungicidas na cultura da soja**. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. 2012.

AZEVEDO, F. R. de; FREIRE, F. das C. O. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Embrapa Agroindústria Tropical. p. 14, 2006.

BACCI, L.; PICANÇO, M. C.; FERNANDES, F. L.; SILVA, N. R.; MARTINS, J. C. **Estratégias e táticas de manejo dos principais grupos de ácaros e insetos-praga em hortaliças no Brasil**. In: ZAMBOLIM, L.; LOPES, C. A.; PICANÇO, M. C.; COSTA, H. (Org.). **Manejo Integrado de Doenças e Pragas - Hortaliças**. 1º ed., Viçosa: Suprema, p. 463-504, 2007.

BARNES, J. W.; OLIVER, L. R. **Cloransulam-metílico antagonizes annual Grass control with aryloxyphenoxy propionate graminicides but not cyclohexanediones**. Weed Technology. v. 18, n.3, p. 763-772, 2004.

BARROS, R. **Tecnologia e Produção: Soja e Milho**, Fundação MS, p.294, 2012.

BATISTA FILHO A, ALMEIDA JEM, LAMAS C. **Effect of thiamethoxam on entomopathogenic microorganisms**. Neotropical Entomology 30:437-447, 2001.

BERNARDI, D.; BERNARDI, O.; HORIKOSHI, R. J.; SALMERON, E.; OKUMA, D. M.; FARIAS, J. R.; NASCIMENTO, A. R. B.; OMOTO, C. **Selection and characterization of Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) resistance to MON 89034 × TC1507 × NK603 maize technology**. Crop Protection, Oxford, v.94, p.64-68, 2017.

BETHKE, R. K.; MOLIN, W. T.; SPRAGUE, C.; PENNER, D. **Evaluation of the interaction between glyphosate and glufosinate**. Weed Science, v.61, n.1, p.41-47, 2013.

BLUMEL, S., GROSS, M., JEONG, Y. J., & PHILLIPS, D. G. **Effect of pesticide mixtures on the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* AH (Acarina, Phytoseiidae) in the laboratory**. Journal of applied entomology. 125(4), 201-205, 2001.

BOLLER, W.; FORCELINI, L. A.; HOFFMANN, L. L. **Tecnologia de aplicação de fungicidas – Parte I**. In: LUZ, W. C.; FERNANDES J. M.; PRESTES, A. M.; PICININI, E. C. (Org.). Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v.15, p.243-276, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 4074 que regulamenta a Lei 7802 de 11 de julho de 1989 que dispõe sobre agrotóxicos, seus componentes e afins e de outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2002b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 40, 9 de agosto de 2018. Regulamenta o uso das misturas de agrotóxicos em tanque. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 46, de 24 de julho de 2002. Determina às empresas titulares de registros de agrotóxicos a retirada das indicações de misturas em tanque dos rótulos e bulas de seus agrotóxicos. **Diário Oficial da União**, Brasília,DF, 2002a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 67 de 30 de maio de 1995. Regulamenta o uso das misturas de agrotóxicos em tanque. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1995.

BRIGHENTI, A. M., CASTRO, C., MENEZES, C. C., OLIVEIRA, F. A., & FERNANDES, P. B. **Aplicação simultânea de dessecantes e boro no manejo de plantas daninhas e na nutrição mineral das culturas de soja e girassol.** *Planta Daninha*, 24 (4), 797-804, 2006.

CARVALHO, L. B. **Herbicidas.** 1 ed. Lages, SC: Editado pelo autor, p 61, 2013.

CARVALHO, S. J. P., DAMIN, V., DIAS, A. C. R., MELO, M. S. C., NICOLAI, M., & CHRISTOFFOLETI, P. J. **Dessecação de plantas daninhas com glyphosate em mistura com uréia ou sulfato de amônio.** *Planta Daninha*, 27 (2), p. 353-361, 2009.

CARVALHO, S. J. P., DIAS, A. C. R., SHIOMI, G.M., & CHRISTOFFOLETI, P. J. **Adição simultânea de sulfato de amônio e uréia à calda de pulverização do herbicida glyphosate.** *Planta Daninha*, 28 (3), p. 575-584, 2010.

CASTRO, C., BRIGHENTI, A. M., & OLIVEIRA JR., A. **Mistura em tanque de boro e herbicidas em semeadura convencional de girassol.** *Planta Daninha*, 20, 83-91 2002.

COELHO, A. M., CRUZ, J. C., PEREIRA FILHO, I. A. **Rendimento do milho no Brasil: chegamos ao máximo?** Piracicaba: POTAFOS, (Informações Agronômicas, 101), p.1-12, 2003.

COELHO, FS., ALVARENGA, MAR., LEÃO, AB., RODRIGUES, L. **Controle de *Alternaria solanica* com fungicidas na cultura do tomateiro.** *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín.* 64(1), p. 5845-5851, 2011.

COLBY, S. R. **Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicides combinations.** *Weed Science*, v. 15, n.1, p. 20-22, 1967.

CONSTANTIN, J.; BIFFE, D.F.; SOUZA, F. De; GUTIERREZ, D.; RENATO, J. **Eficácia de [Atrazine + Mesotrione] para o controle de plantas daninhas na cultura do milho** **Efficacy of [Atrazine + Mesotrione] in control of weed in corn.** *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 17, n. 2, p. e 587, 2018 normativo SBCPD, São Paulo, v.10, Suplemento, p.132, 2003.

CORREIA, N. M., & DURIGAN, J. C. **Glyphosate e adubação foliar com manganês na cultura da soja transgênica.** *Planta Daninha*, 27 (4), p. 721- b727, 2009.

CUNHA, J. P. A. R. **Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1616-1621, 2008.

CUNHA, J. P. A. R.; Alves, G. S. Características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Interciência**, v. 34, n. 9, p. 655-659, 2009.

DALAMAS, C. A. **Review Herbicide Tank Mixtures: Common Interactions.** **International.** Journal of Agriculture and Biology, v. 6, n. 1, 2004.

DECARO JUNIOR, S. T. **Dinâmica da calda fitossanitária no reservatório do pulverizador.** In: COSTA, L. L.; POLANCZYK, R. A. Tecnologia de aplicação de caldas fitossanitárias. 1 ed. Jaboticabal: FUNEP, cap. 3, p. 38-56, 2019.

DECARO JUNIOR, S. T. **Dinâmica da calda fitossanitária no reservatório do pulverizador.** In: COSTA, L. L.; POLANCZYK, R. A. Tecnologia de aplicação de caldas fitossanitárias. 1 ed. Jaboticabal: FUNEP, cap. 3, p. 38-56, 2019.

DECARO JUNIOR, S. T. **Dinâmica da calda fitossanitária no reservatório do pulverizador.** In: COSTA, L. L.; POLANCZYK, R. A. **Tecnologia de aplicação de caldas fitossanitárias.** 1 ed. Jaboticabal: FUNEP, cap. 3, p. 38-56, 2019.

DUARTE, R. P.; JULIATTI, F. C.; FREITAS, P. T. **Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho.** Bioscience Journal, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 101-111, 2009.

EUBANK, T. W., NANDULA, V. K., POSTON, D. H., & SHAW, D. R. **Multiple resistance of horseweed to glyphosate and paraquat and its control with paraquat and metribuzin combinations.** Agronomy, v. 2, n. 4, p. 358-370, 2013.

FANTIN, G. M. **Milho: tratar ou não das doenças?.** Revista Cultivar Grandes Culturas, ano 8, n.88, p.28-31, 2006.

FERREIRA LIMA, LCSI., **Mistura em tanque.** Mesa Redonda. In Simpósio de manejo da resistência a produtos fitossanitários. Esalq/USP, 2010.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho.** Jaboticabal: FUNEP, p.273, 1992.

FRAGOSO, D. B., GUEDES, R. N., LADEIRA, JA. **Selection in the evolution of resistance to organophosphates in *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae).** Neotropical Entomology. 32(2), 329-334, 2003.

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

GUEDES, J. V., FIORIN, R. A., STÜRMER, G. R., PRÁ, E. D., PERINI, C. R., BIGOLIN, M. **Sistemas de aplicação e inseticidas no controle de *Anticarsia gemmatilis* soja.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi. 16(8), p. 910-914, 2012.

GUIMARÃES, G. L. **Principais fatores comerciais condicionantes da disponibilidade de produtos isolados e em misturas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado. Palestra, 2014.

IBGE. Sidra: **Sistema IBGE de recuperação automática.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/tabela/839>>. Rio de Janeiro, 2019, Acesso em: jun. 2021.

KISSMANN, K. G. **Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. Palestras e mesas redondas. Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, p. 61-77, 1997.

LIMA, L. C. F. Produtos fitossanitários: **Misturas em tanque.** Cascavel: Ocepar/Coodetec/Associação Nacional de Defesa Vegetal, (Relatório técnico). P. 13, 1997.

MACIEL, C. D. G.; AMSTALDEN, S. L.; RAIMONDI, M. A.; LIMA, G. R. G.; OLIVEIRA NETO, A. M.; ARTUZI, J. P. **Seletividade de cultivares de soja RR® 757 submetidos a misturas em tanque de glyphosate + chlorimuron-Ethyl associadas a óleo mineral e inseticidas.** Planta Daninha, v. 27, n. 4, p. 755-768, 2009.

MACZYNSKA, A; GLAZEK, M.; KRYZINSKA, B. **Effect of foliar fertilizer and fungicidal protection leaf spot diseases on winter wheat.** Acta Agrobotanica, v.58, n.1, p.51-58, 2005.

MATTE, W. D.; SILVÉRIO, R.; JUNIOR, D. O.; MACHADO, F. G.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; SOUZA, F. De; GUTIERREZ, D.; RENATO, J. **Eficácia de [Atrazine + Mesotrione] para o controle de plantas daninhas na cultura do milho Efficacy of [Atrazine + Mesotrione] in control of weed in corn.** Revista Brasileira de Herbicidas, v. 17, n. 2, p. 587, 2018.

MATTOS, M. OLIVEIRA, J. V; HAJI, F. N. P; LIMA, M. F; COSTA, N. **Avaliação de estratégias com agroquímicos no controle de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomate.** Pestic.:R.Ecotoxicol. Meio Amb., v. 12, n. 1, p. 131-144, 2002.

MATZENBACHER, F. O., KALSING, A., DALAZEN, G., MARKUS, C., & MEROTTO JR, A. **Antagonism is the predominant effect of herbicide mixtures used for imidazolinone-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control.** Planta Daninha, p. 587-597, 2015.

MATZENBACHER, F. O., KALSING, A., DALAZEN, G., MARKUS, C., & MEROTTO JR, A. **Antagonism is the predominant effect of herbicide mixtures used for**

imidazolinone-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control. Planta Daninha, p. 587-597, 2015.

MEYER, L. J. L. S. MURPHY, AND O. G. RUSS. **Compatibility of five herbicides with a suspension fer tilizer.** Agron. J. 65: p. 911-914, 1973.

MONTEIRO, M. V. M. **Como trabalhar com BVO.** Centro Brasileiro de Bioaeronáutica(CBB). Disponível em: <<http://www.bioaeronautica.com.br/artigos-tecnicos/arquivos/bvo-aereo/Como-trabalhar-BVO.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

MUELLER, T. C.; BARRETT, M.; WITT, W. W. **A basis for the antagonistic effect of 2,4-D on haloxyfop-methyl toxicity to johnsongrass (*Sorghum halepense*).** Weed Science, v. 38, p.103–107, 1990.

NETO, A. M.; ARTUZI, J. P. **Seletividade de cultivares de soja RR® 757 submetidos a misturas em tanque de glyphosate + chlorimuron-Ethyl associadas a óleo mineral e inseticidas.** Planta Daninha, v. 27, n. 4, p. 755-768, 2009.

NICOLAI, M., OVEJERO, R. L., ABUJAMRA, C., BARELA, J. F., CHRISTOFFOLETI, P. J. **Avaliação de tolerância de híbridos de milho ao herbicida mesotrione.** Boletim Informativo Ciência das Plantas Daninhas SBCPD, Piracicaba, v.10, n. Suplemento, p.130-130, 2003.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. **Mecanismo de ação de herbicidas.** In. OLIVEIRA JUNIOR. R. S.; CONSTANTIN, J. (Coord.). Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba:Agropecuária. p. 207-260, 2001.

OLIVEIRA, T. **Mistura em tanque, aspectos legais.** In:CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado. Palestra., Gramado: CD ROM, 2014.

PELLEGRINO, E.; BEDINI, S.; ERCOLI, L. **Impact of genetically engineered maize on agronomic, environmental and toxicological traits: A meta-analysis of 21 years of field data.** Scientific Reports, 8(3113):p. 1-12, 2018.

PETTER, A. F.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F. A.; NETO, F. A.; PACHECO, L. P. **Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas.** Planta Daninha, v. 30, n. 2, p. 449-457, 2012.

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F. A.; NETO, F. A.; PACHECO, L. P. **Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas.** Comunicata Scientiae, v.4, n.2. p. 129-138, 2013.

PINTO, N. F. J. A.; ANGELIS, B.; HABE, M. H. **Avaliação da eficiência de fungicidas no controle da cercosporiose (*Cercospora zae-maydis*) na cultura do milho.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 3, n.1, p.139-145, 2004.

QUEIROZ, A. A.; MARTINS, J. A. S.; CUNHA, J. P. A. R. **Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos.** Bioscience Journal, v. 24, n. 4, p. 8-19, 2008.

RAETANO, C. G.; CHECHETTO, R. G. **Misturas em tanque.** In: ANTUNIASSI, U. R.; REZENDE, P. M.; GRIS, C.F; CARVALHO, J.G; GOMES, L. L., & BOTTINO, L. **Adução foliar em épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja.** *Revista Ciência e Agrotecnologia*, 29 (6), 1105-1111, 2005.

SILVA, A. A. , FREITAS, F. M., FERREIRA, L.R; , JAKELAITIS, A; e SILVA, A.F; **Aplicações seqüenciais e épocas e doses e aplicação de herbicidas em mistura com chlorpirifos no milho e em plantas daninhas.** *Planta Daninha*, v. 23, n. 3, p. 527-534, 2005.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas.** UFV: Viçosa, p.367, 2007.

SILVA, J. F. et al. **Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas.** In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. p. 367, 2007.

SIRVI S. L, JAT A. L, CHOUDHARY H. R, JAT N, TIWARI V. K, SINGH N. **Compatibility of bio-agents with chemical pesticides: an innovative approach in insect-pest management.** *Popular Kheti* 1:62-67, 2013.

SOUZA, L. A.; CUNHA, J. P. A. R.; PAVANIN, L. A. **Deposição do herbicida 2,4-D Amina com diferentes volumes e pontas de pulverização em plantas infestantes.** *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 78- 85, 2012.

STUMM, W.; MORGAN, J. J. **Aquatic chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters.** 3. ed. New York: J. Wiley. p. 1022, 1996.

SYNGENTA. **Ordem de mistura de produtos.** Disponível em: <https://www.syngenta.pt/produtos/ordem-de-mistura-de-produtos>. Acesso em 01 de Junho de 2021.

TAVARES, B. P. M. MARANGONI, CUNHA C. J. R. E., , P. C. R., & JAKELAITIS A. **Efeito do fomesafen + fluazifop-p-butil associados com inseticidas no controle das plantas daninhas na cultura da soja.** *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 7 (4), 608-613. 2012.

TREZZI, M. M., VIDAL, R. A., PATEL, F., MIOTTO JR, E., DEBASTIANI, F., BALBINOT JR, A. A., & MOSQUEN, R. **Impact of *Conyza bonariensis* density and**

establishment period on soya bean grain yield, yield components and economic threshold. Weed research, 55(1), 34-41, 2015.

TREZZI, M. M.; MATTEI, D.; VIDAL, R. A.; KRUSE, N. D.; GUSTMAN, M.S.; VIOLA, R.; MACHADO, A.; SILVA, H. L. **Antagonismo das associações de clodinafop-propargyl com metsulfuron-methyl e 2,4-D no controle de azevém (*Lolium multiflorum*).** Planta daninha. v. 25, n. 4, p. 839-847, 2007.

VAN ZYL, J. G.; FOURIE, P. H.; SCHUTTE, G. C. **Spray deposition assessment and benchmarks for control of *Alternaria brown spot* on mandarin leaves with copper oxychloride.** Crop Protection, Madison, v. 46, n. 4, p. 80- 87, 2013.

VANIN, A.; SILVA, A. G.; FERNANDES, C. P. C.; FERREIRA, W. S.; RATTES, J. F. **Tratamento de sementes de sorgo com inseticidas.** Revista Brasileira de Sementes, v. 33, n. 2, p. 299 - 309, 2011.

VELINE, E. D.; FREDERICO, L. A.; MORELLI, J. L.; MARUBAYASHI, O.M. **Avaliação dos efeitos do herbicida clomazone, aplicado em pós-emergência inicial, sobre o crescimento e produtividade de soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* cv. SP 71-1406).** STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos, v.10, p.13-16, 1992.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** SP: Atlas, 2000.

VIDAL, R. A.; MEROTTO JR, .**Herbicidologia A.** Edição dos autores: Porto Alegre. P 152, 2001.

VIÉGAS JÚNIOR, C. **Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos.** Química Nova. 26(3), 390-400, 2003.

WERNECKE, A., FROMMBERGER, M., FORSTER, R., PISTORIUS, J., **Lethal effects of various tank mixtures including insecticides, fungicides and fertilizers on honey bees under laboratory, semi-field and field conditions.** Journal of Consumer Protection and Food Safety. 14(3), 239-249, 2019.

WHITFORD, F.; OLDS, M.; CLOYD, R.; YOUNG, B.; LINSCOTT, D.; DEVEAU, J.; REISS, J.; PATTON, A.; JOHNSON, B.; OVERLEY, T.; SMITH, K. L. **Avoid tank mixing errors. A guide to applying the principles of compatibility and mixing sequence.** Purdue University, p. 44, 2018.

WHITFORD, F.; PENNER, D.; JOHNSON, B.; BLEDSOE, L.; GARR, J.; OBERMEYER, J. Purdue university. **The impact of water quality on pesticide performance.** Disponível em: <<https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ppp/ppp-86.pdf>> Acesso em: 14 jun. 2017.

WORDELL FILHO, J. A.; RIBEIRO, L. do P. ; CHIARADIA, L. A.; MADA- LÓZ, J. C.; NESI, C. N.; **Pragas e doenças do milho: diagnose, danos e estratégias de manejo.**

Florianópolis: Epagri. Boletim Técnico, 170. Milho; Fitossanidade; Manejo. ISSN 0100-7416. p. 82, 2016.

ZHANG, J.; A.S. HAMILL; S.E. WEAVER. **Antagonism and synergism between herbicides: trends from previous studies.** Weed Technology. v. 9, p. 86–90, 1995.

ZIMDAHL, R. L. **Herbicide formulation.** Fundamentals of Weed Science. 5ed. Academic Press,p.501–509, 2018.

ZOBIOLE, L. H. S., KRENCHINSKI, F. H., ALBRECHT, A. J. P., PEREIRA, G., LUCIO, F. R., ROSSI, C., & DA SILVA RUBIN, R. **Controle de capim-amargoso perenizado em pleno florescimento.** Revista Brasileira de Herbicidas, v. 15, n. 2, p. 157-164, 2016.