

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

BRUNO DE SOUZA KITAYA

SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE MISTURAS DE TANQUE DE HERBICIDAS COM
INSETICIDAS

Monte Carmelo

2023

BRUNO DE SOUZA KITAYA

SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE MISTURAS DE TANQUE DE HERBICIDAS COM
INSETICIDAS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Agronomia da
Universidade Federal de Uberlândia,
Campus Monte Carmelo, como
requisito necessário para a obtenção
do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Edson Aparecido dos
Santos

Monte Carmelo

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

BRUNO DE SOUZA KITAYA

SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE MISTURAS DE TANQUE DE HERBICIDAS COM
INSETICIDAS

Aprovado

Nome do orientador
Orientador

Homologado pelo Colegiado do Curso
Supervisionado em: ____ / ____ /20 ____

Coordenador do Curso

Monte Carmelo

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida e por me proporcionar saúde, sabedoria e discernimento nas minhas decisões.

Aos meus pais Kenji Kitaya e Adailza Aparecida de Souza Kitaya, minha irmã Karina Maria Kitaya pelo apoio incondicional que foi fundamental em toda a minha trajetória.

As minhas avós Tamae Nakao Kitaya e Maria Tereza Souza por todos os momentos de ajuda e oração na minha graduação.

Ao meu avô Mitsuru Kitaya, que se encontra no céu, mas que sempre me motivou a crescer e alcançar meus objetivos.

A todos os meus amigos que caminharam comigo durante a graduação.

Aos demais familiares que sempre torceram por mim.

Ao orientador Edson Aparecido dos Santos por aceitar o desafio de auxiliar efetivamente na construção deste trabalho.

A Universidade Federal de Uberlândia por *campus* Monte Carmelo por proporcionar o crescimento pessoal e profissional de tantos jovens em busca dos seus sonhos.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
3 OBJETIVOS.....	8
5 MATERIAL E MÉTODOS	11
5.1 Criação e desenvolvimento do sistema MistuRe®.....	11
5.2 Alimentação da base de dados do sistema MistuRe®.....	12
5.3 Revisão de literatura sobre misturas de herbicidas com inseticidas em tanque	13
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
6.1 Revisão de literatura	14
6.2. Apresentação do mobile MistuRe.....	24
7 CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS	28

RESUMO

Misturas de agrotóxicos em tanque são frequentes, principalmente para otimizar recursos. Entretanto, estas misturas podem gerar diversos problemas. Os sistemas de informação têm o potencial de auxiliar nas tomadas de decisões estratégicas, como no uso de produtos fitossanitários. Com base nisso, foi desenvolvido um sistema de informação chamado MistuRe®. Ele foi criado para ajudar na escolha de misturas de agrotóxicos em tanque, classificando as misturas em positivo e negativo baseado em revisão de literatura de artigos científicos. Diante disto, objetivou-se com este trabalho auxiliar no desenvolvimento do sistema, realizar revisão de literatura para alimentação da base de dados e apresentar o software. MistuRe. Para a criação da base de dados foi utilizado o software Windows Excel. A base de dados foi alimentada com informações da literatura publicada de 2000 a 2023 sobre misturas de herbicidas e inseticidas. Para buscas foram utilizadas palavras-chave como misturas de herbicidas, misturas de tanque, os nomes dos produtos, dentre outros relacionados. Após, o sistema mobile foi criado utilizando-se de framework de código aberto Flutter. O sistema se baseia na busca por informações constantes na base de dados. No total, foram pesquisadas 874 misturas em tanque. Delas, 128 foram específicas de herbicidas e inseticidas. Das misturas em tanque entre herbicidas e inseticidas, 75% foram positivas e 25% negativas. Observou-se que os principais herbicidas misturados são glyphosate, atrazine, mesotrione. Os principais inseticidas são chlorpirifos, methomyl e lambda-cyhalothrin. O MistuRe é um aplicativo disponível para o sistema Android e será constantemente alimentado a partir de que novas misturas sejam pesquisadas e disponibilizadas através de novos artigos científicos. Ele é de fácil manuseio e é uma excelente ferramenta para auxiliar agricultores, estudantes e profissionais do agronegócio a encontrar informações concreta e de forma imparcial.

PALAVRAS-CHAVE

Palavras-Chave: Glyphosate, MistuRe, chlorpyrifos.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores e exportadores de alimentos. Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, CEPEA (2023), o PIB do agronegócio brasileiro no ano de 2022 correspondeu a cerca de 25% do total arrecadado. Essa grande importância, tanto para a economia quanto para a demanda dos países importadores, se dá devido ao investimento em ciência e políticas públicas no setor, aliados à criação de linhas de crédito e a adoção de novas tecnologias existentes no mercado por parte dos produtores (GASQUES et al., 2022).

Entre os pacotes tecnológicos fundamentais à agricultura estão os produtos fitossanitários que obtiveram grandes investimentos dos seus fabricantes ao longo dos anos (Lima e Menten, 2007). Uma das classes que mais evoluiu ao longo dos anos foi a dos herbicidas, que são utilizados para cessar o crescimento ou eliminar espécies de plantas daninhas. Esses produtos são importantes para a expansão de áreas agrícolas e melhoria de condições para que as plantas atinjam seu teto produtivo, principalmente com o surgimento das variedades transgênicas resistentes a algumas moléculas de herbicidas, como o glyphosate. Este fator foi um dos responsáveis por tornar o Brasil o maior produtor de soja do mundo com área estimada em 43,4 milhões de hectares na safra atual (CONAB, 2023).

Com a expansão das áreas agrícolas, também aumenta a ocorrência de pragas nas lavouras, sendo necessário recorrer à utilização de inseticidas, que são produtos químicos ou biológicos utilizados para controlar insetos em seus diferentes estágios de desenvolvimento (ovo, larva, pupa e adultos) que afetam negativamente a cultura agrícola. Somando todas as perdas no Brasil por insetos-praga, os valores chegam a cerca de US\$14,7 bilhões anuais, número muito expressivo que mostra a importância em controlá-los (OLIVEIRA, et al., 2014).

Os herbicidas podem ser aplicados em pré ou pós emergência, dependendo do mecanismo de ação do princípio ativo do produto e analisando o período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e período crítico de prevenção à interferência (PCPI) (Pitelli, 1985). Em relação aos inseticidas, eles devem ser utilizados a partir de um monitoramento quantificando o nível de controle e de dano econômico para que se tome a decisão de quando realizar as aplicações. Ambos devem obedecer às recomendações de forma de aplicação, dosagem e tipo de ponta de pulverização, para obter êxito na aplicação (ALVES, et al., 2001).

Herbicidas e inseticidas estão fortemente relacionados ao bom manejo da cultura atualmente e são essenciais para a agricultura mundial, por proporcionarem condições para que as cultivares atinjam seu potencial produtivo. Aliado à produtividade está a lucratividade, que é obtida através da gestão eficiente da propriedade agrícola, especialmente por se tratar de commodities. Dentre os custos de produção, as operações relativas às máquinas e à mão-de-obra estão entre os principais fatores que impactam na lucratividade da atividade agrícola (ARTUZO, et al., 2018).

Dessa forma, para reduzir custos, quase todos os produtores utilizam misturas de produtos fitossanitários no tanque de aplicação. A mistura é definida como a associação de mais de um produto fitossanitário em um mesmo tanque antes da aplicação. Os objetivos são: otimizar a operação, os equipamentos, os produtos e o uso de mão-de-obra (GAZZIERO, 2015). A importância das misturas em tanque ficou ainda mais evidente após a Instrução Normativa nº 40, de 11 de outubro de 2018, que autoriza a mistura em tanque nas aplicações mediante a responsabilidade de um profissional habilitado.

No Brasil existem centenas de produtos fitossanitários e tais produtos são desenvolvidos para aplicação de forma isolada ou quando há uma mistura pronta em um mesmo produto comercial. Há um criterioso processo de desenvolvimento dos produtos e a mistura pode comprometer a eficiência. Fatores como concentração, produto, alvo, pH, temperatura e muitos outros interagem entre si e afetam o resultado biológico da mistura. Dessa forma, toda mistura deve ser estudada individualmente, o que gera milhões de possibilidades ao se cruzar os fatores. Portanto, os profissionais da agricultura são extremamente dependentes das pesquisas para recomendação de misturas de herbicidas com inseticidas em tanque.

3 OBJETIVOS

Auxiliar no desenvolvimento de um software capaz de indicar resultados de pesquisas sobre misturas de herbicidas com inseticidas em tanque.

Alimentar a base de dados do sistema.

Apresentar o sistema MistuRe.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

O uso de herbicidas na agricultura atual desempenha papel fundamental no controle de plantas daninhas, promovendo uma produção agrícola mais eficiente e sustentável. Os herbicidas corresponderam a cerca de 49% do volume total de agrotóxicos aplicados no Brasil no ano de 2022, sendo significativamente superior aos demais agrotóxicos. Além disso, os herbicidas são responsáveis por 37% do valor total de produtos aplicados no país. (SINDIVEG, 2023).

Já os inseticidas desempenham um papel essencial no controle de pragas que afetam as plantações, garantindo a produtividade das culturas. Os inseticidas são produtos destinados a eliminar ou reduzir a população de insetos praga que podem causar danos significativos às plantas cultivadas. As perdas econômicas geradas pelos insetos nas lavouras no Brasil são estimadas em 17,7 bilhões de dólares, o que corresponde a uma perda anual de cerca de 7,7% da produção anual. (OLIVEIRA et al., 2023).

Tanto as plantas daninhas quanto os insetos praga geram custos de produção, que envolvem o tempo de aplicação, mão de obra, consumo de combustível, entre outros. E para reduzir esses custos, esses produtos são frequentemente aplicados em um mesmo tanque. Além da redução de custos, as misturas em tanque otimizam o tempo de aplicação dos produtos, reduzindo a compactação do solo. Por outro lado, a falta de informação sobre as misturas em tanque, se apresentam como seus principais problemas (GAZZIERO, et al. 2015).

Em relação à falta de informação, sem que haja conhecimento e orientação correta, há a possibilidade de incompatibilidade entre os produtos misturados, podendo haver perda dos produtos e possível contaminação do ambiente (GAZZIERO, et al. 2015). Um estudo publicado por PETTER et al. (2012) comparou misturas de diferentes herbicidas com inseticidas, associados a redutores de pH e foi possível concluir que os herbicidas glyphosate e lactofen apresentam as maiores incompatibilidades físicas nos diferentes tratamentos com os inseticidas, mostrando que se deve sempre buscar antes na literatura para depois recomendar uma mistura em tanque.

Atualmente existem sistemas que auxiliam os engenheiros agrônomos na busca por informações. Um deles é o aplicativo Tankmix (<https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/solucoes-digitais/tankmix/>), desenvolvido pela empresa Yara, que disponibiliza ao usuário informações sobre a compatibilidade de produtos da própria empresa. Outra ferramenta

digital é o aplicativo PlantNet (<https://identify.plantnet.org/pt-br>) que auxilia o usuário a identificar plantas por meio de fotos.

Há também o ReceitaAgro (<https://apps.apple.com/br/app/receituagro/id967785485>), que indica quais são os principais produtos recomendados para realizar o controle de determinadas pragas e doenças. O programa também indica a dose e o modo de preparo da calda desses produtos. O aplicativo Compatibilidade de Produtos (<https://www.koppert.com.br/centro-de-informacoes/aplicativo-de-compatibilidade-de-produtos/>) reúne informações de misturas em tanque com produtos biológicos desenvolvidos pela empresa detentora do aplicativo. Dentre as diversas plataformas existentes no mercado, há uma carência em um sistema que unifica dados sobre misturas em tanque de forma imparcial. Apesar dos aplicativo da Yara disponibilizar algumas informações, ele se limita a apresentar resultados da própria empresa.

A todo momento surgem novas cultivares, produtos e tecnologias sendo lançados. Além disso, a forma de controle de pragas e plantas daninhas se altera frequentemente, fazendo necessário a constante evolução em pesquisas e desenvolvimento de novas soluções. A exemplo, com o desenvolvimento da cultivar de soja BRSMG534, que possui alta produtividade e resistência parcial à ferrugem asiática, principal doença da cultura.

Essa característica reduz o número de aplicações e conseqüentemente aumenta o lucro do produtor. (ZITO, 2023). Cita-se também o lançamento de novos produtos: o ingrediente ativo ametoctradina é um novo princípio ativo que atua com ação fungicida no controle da requeima da batata, uma das principais doenças da cultura. Além disso, ele foi registrado em mistura com o dimetomorfe, outro ingrediente ativo com ação fungicida (TÁVORA, 2022).

Devido às constantes pesquisas de desenvolvimento de novas tecnologias que são realizadas e publicadas, é de extrema importância a realização de revisão de literatura, permitindo obter informações de outros autores sobre um assunto em específico e assim podendo se manter constantemente atualizado e informado, além de contribuir para a construção do conhecimento e auxiliando no desenvolvimento de novas tecnologias a partir do conhecimento já existente. (DORSA, 2020).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Criação e desenvolvimento do sistema MistuRe®

Foi criado um banco de dados relacional para representar substâncias, nomes comerciais, misturas, artigos científicos, ingredientes ativos e os relacionamentos entre as entidades por meio de diagrama Entidade-Relacionamento. O sistema foi idealizado pelos professores César Henrique Marçal Cardoso da Faculdade de Computação (Facom), Edson Aparecido dos Santos do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICIAG), ambos pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), auxiliados pelo aluno Rafael Dias Araújo (Facom).

O banco de dados foi modelado por meio de um processo de análise e refinamento dos dados, conforme descrito em Elmasri e Navathe (2015). Além disso, a estrutura projetada contém dados sobre usuários do sistema e registros de interação dos usuários com o sistema (CARDOSO; SANTOS; ARAÚJO, 2021).

O aplicativo *mobile* foi construído utilizando o *framework* de código aberto Flutter, criado e desenvolvido pela Google. O framework permite construir aplicativos multiplataforma e compilados de forma nativa a partir de um único código-fonte. Embora o Flutter permita a geração de aplicativos tanto para Android quanto para iOS, optou-se por gerar apenas a versão para Android neste trabalho devido a restrições de software e plataforma para geração da versão iOS (CARDOSO; SANTOS; ARAÚJO, 2021).

Visto que essa plataforma apresenta uma aplicação inovadora, principalmente pela capacidade de suprir uma necessidade bastante pertinente no campo, a equipe idealizadora do projeto foi motivada a realizar o registro do software no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) – Registro nº: BR512021000187. Também foi efetuado um pedido de registro de marca que está em análise (CARDOSO; SANTOS; ARAÚJO, 2021).

Existe um potencial de parcerias com entidades públicas e privadas para ensino e como apoio à tomada de decisões estratégicas e gerenciais. No caso de parceria privada, é possível haver uma exploração de mercado junto a empresas da área para o fornecimento de dados ou até mesmo customização da aplicação para seus produtos e análise de dados. Além disso, a plataforma pode ser utilizada como ferramenta de apoio científico a pesquisadores para identificação de lacunas de pesquisa (CARDOSO; SANTOS; ARAÚJO, 2021).

5.2 Alimentação da base de dados do sistema MistuRe®

Para que haja a pesquisa, seleção e revisão dos dados, são necessários quatro atores, sendo eles o pesquisador; avaliador; administrador; e usuário final. O pesquisador irá procurar artigos científicos com resultados sobre misturas em tanque. Ele irá realizar a leitura e interpretação dos artigos através de uma revisão bibliográfica e irá coletar os dados de misturas em tanque e adastrar no sistema (Figura 1).

Resultados

Filtrar Substâncias
Ex.: Glyphosate, Baris, ... Adicionar

Cana-de-açúcar Pendente

Produtos (2)	Dose
ametryn	2000
Mesotrione	120

Cana-de-açúcar Pendente

Produtos (2)	Dose
Mesotrione	120
Metribuzin	1920

Laranja Pendente

Laranja Pendente

Cadastrar Novo Resultado

Referência

Link
Url de acesso ao artigo científico

Título
Título do artigo científico

País
Ex.: Brasil, Índia, ...

Mistura

Produto
Ex.: Glyphosate, Baris, ... +

Resultado

Cultura Selecionar ▼ Efeito Resultante Selecionar ▼

Observações/Comentários

Figura 1: Plataforma de cadastro de misturas em tanque do pesquisador (Bruno Kitaya) no sistema MistuRe®.

O avaliador é aquele que irá revisar os dados inseridos na plataforma pelo pesquisador. Essa revisão consiste em conferir em cada artigo se os dados inseridos estão corretos e assim poderá aprovar a mistura para que ela seja disponibilizada para o usuário final no sistema. Caso alguma informação esteja incorreta, o avaliador deverá corrigir o dado para que assim ele possa aprovar a mistura. Quando a mistura já foi avaliada, ela é apresentada no app como positiva ou negativa e, quando a mistura ainda precisa ser avaliada, ela permanece como pendente no sistema (Figura 2).

The screenshot displays the MistuRe® evaluator interface, showing a grid of 12 panels. Each panel represents a different crop and herbicide mixture, with a status indicator (Positivo or Pendente) and a table of products and their doses.

Crop	Status	Product	Dose
Cana-de-açúcar	Positivo	diuron	1146
		hexazinone	323
		Sulfosulfuron	28
Cana-de-açúcar	Positivo	amicarbazone	840
		tebuthiuron	1000
Cana-de-açúcar	Positivo	hexazinone	262.5
		tebuthiuron	1100
Cana-de-açúcar	Positivo	tebuthiuron	900
		isoxaflutole	82.5
Cana-de-açúcar	Positivo	clomazone	1280
		diuron	1170
		hexazinone	330
Cana-de-açúcar	Positivo	sulfentrazone	625
		tebuthiuron	1200
Cana-de-açúcar	Positivo	hexazinone	187.5
		tebuthiuron	900
		isoxaflutole	82.5
Milho	Pendente	2,4-D amina	1209
		clethodim	120
Milho	Pendente	2,4-D amina	1209
		haloxyfop-methyl	60
Milho	Pendente	haloxyfop-methyl	60
		Triclopir	720
		Triclopir	720
Mandioca	Positivo	glyphosate	720
		met sulfuron-methyl	2.4

Figura 2: Área do avaliador no sistema MistuRe®.

O administrador é responsável por todo o funcionamento das plataformas, tanto *web* quanto *mobile*. Ele é encarregado por monitorar o funcionamento da plataforma, realizar correção de possíveis erros de funcionamento que venham a surgir, realizar atualizações de software e melhorias no sistema para que ela possa ficar cada vez melhor para o usuário final. Este, que irá utilizar o aplicativo para realizar as consultas das misturas em tanque apenas de resultados que já foram pesquisados pelo pesquisador e revisados pelo avaliador.

5.3 Revisão de literatura sobre misturas de herbicidas com inseticidas em tanque

Ao realizar as buscas pelos artigos científicos nessas plataformas, as palavras chaves são “*tank mix*”, “mistura em tanque”, “*herbicide*”, “herbicida”, “*insecticide*” e “inseticidas”. Três ou quatro palavras-chave são utilizadas para buscas a depender da plataforma de busca. As principais plataformas utilizadas foram: Google Acadêmico, Scopus, Scielo, Web of Science e Science Direct. Foram selecionados artigos publicados a partir de 2000 e trabalhos com resultados inconclusivos foram descartados.

Após selecionar o artigo científico, é realizada a leitura minuciosa para classificar as misturas em positivo ou negativo. A mistura em tanque é positiva se os resultados científicos a respeito dela forem positivamente iguais ou superiores aos produtos utilizados isoladamente,

indicando que a mistura pode ser realizada. A mistura em tanque será negativa quando o resultado estatístico a respeito dela for significativamente inferior aos produtos aplicados de forma isolada, indicando que a mistura em tanque não pode ser realizada.

Após leitura, os dados dos artigos coletados são: agrotóxicos (nomes técnicos e comerciais), cultivares, doses do ingrediente ativo ou equivalente ácido, quando este é citado na bula (g/ha e mL/ha), país de realização do experimento, identificador digital (DOI) e os objetivos dos autores.

Para apresentação dos resultados, foi utilizada estatística descritiva utilizando o *Microsoft Excel* e *Microsoft Power B.I* para analisar as misturas cadastradas, Buscou-se apresentar as principais misturas, os principais produtos, relação entre misturas positivas e negativas e as demais características buscadas e apresentadas acima.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Revisão de literatura

Foram consultados 128 artigos publicados entre 2000 e 2023. Desses, 14 são de misturas de herbicidas com inseticidas. Para realizar as pesquisas, foram utilizadas as plataformas Google Acadêmico, Scopus, Scielo, Web of Science e Science Direct. Ao total, esses artigos geraram 874 misturas em tanque, sendo 128 relacionadas à mistura de herbicidas e inseticidas. Esse número corresponde a 14,65% do total de misturas pesquisadas.

Para que haja aplicação de herbicidas e inseticidas simultaneamente, além da compatibilidade química, física e biológica, deve haver coincidência no momento de aplicação de ambos, o que torna um aspecto limitante de sua utilização. Segundo a Embrapa Trigo (2006), os herbicidas podem ser aplicados em pré e pós emergência de plantas daninhas, já os inseticidas devem ser aplicados quando há a presença da praga na área e que ela atinja o nível de controle necessário para poder realizar a aplicação.

Um fator que pode estar relacionado ao menor número de inseticidas misturados com herbicidas é o melhoramento genético de cultivares que permitiram criar tecnologias de resistência a pragas, a exemplo da tecnologia Bt Agrisure Viptera e Agrisure Viptera 3 no milho permitiu a redução no uso de inseticidas (BURTET, 2017).

Em contrapartida, surgiram tecnologias no melhoramento genético que permitiram o aumento do uso de herbicidas com as cultivares resistentes a eles como a Roundup Ready Flex e Intacta com tolerância ao glyphosate; a DGT 17 tolerante ao ammonium glufosinate e Xtend, tolerante a glyphosate e dicamba (DE CARVALHO; JÚNIOR; OVEJERO, 2020).

Com relação à classificação dos resultados, a maioria é definida como positiva. São 96 misturas positivas e 32 negativas para as misturas de herbicidas com inseticidas. Desses resultados, 120 misturas foram de herbicidas misturados com inseticidas e apenas 8 misturas foram de inseticidas misturados com herbicidas (Figura 3). Em relação às demais misturas, foram 603 misturas positivas e 143 negativas, correspondendo a um percentual de 80,83 e 19,17% respectivamente (Figura 4).

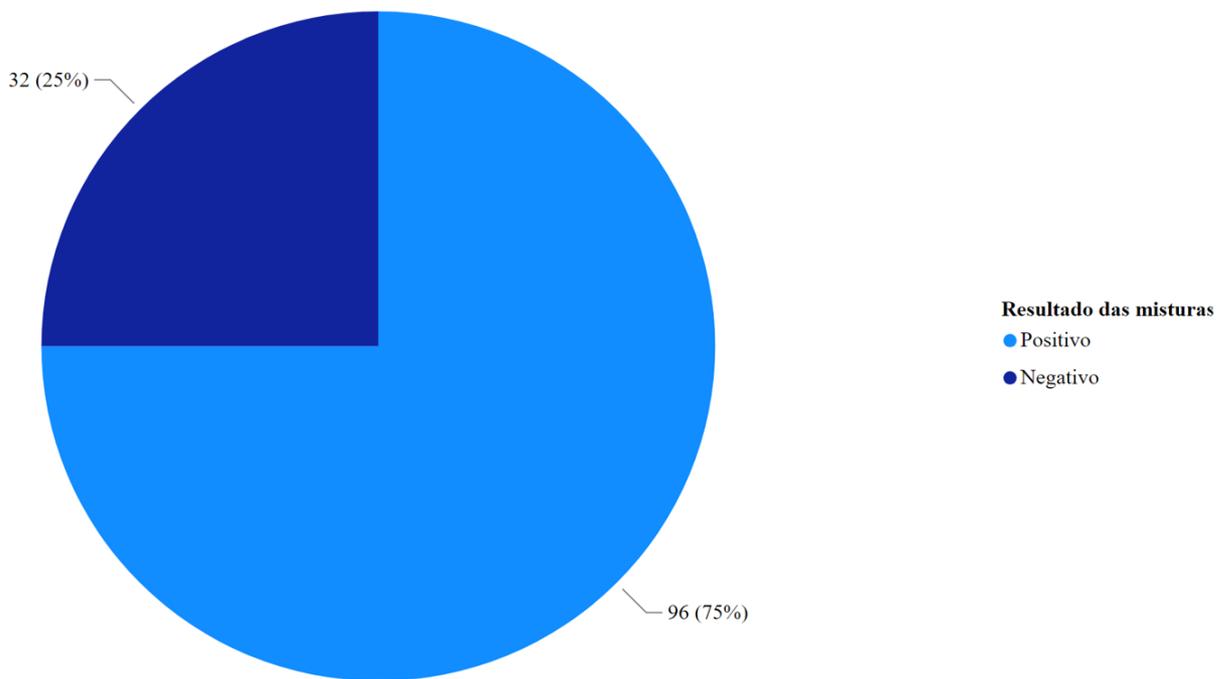


Figura 3: Resultado das misturas em tanque entre herbicidas e inseticidas.

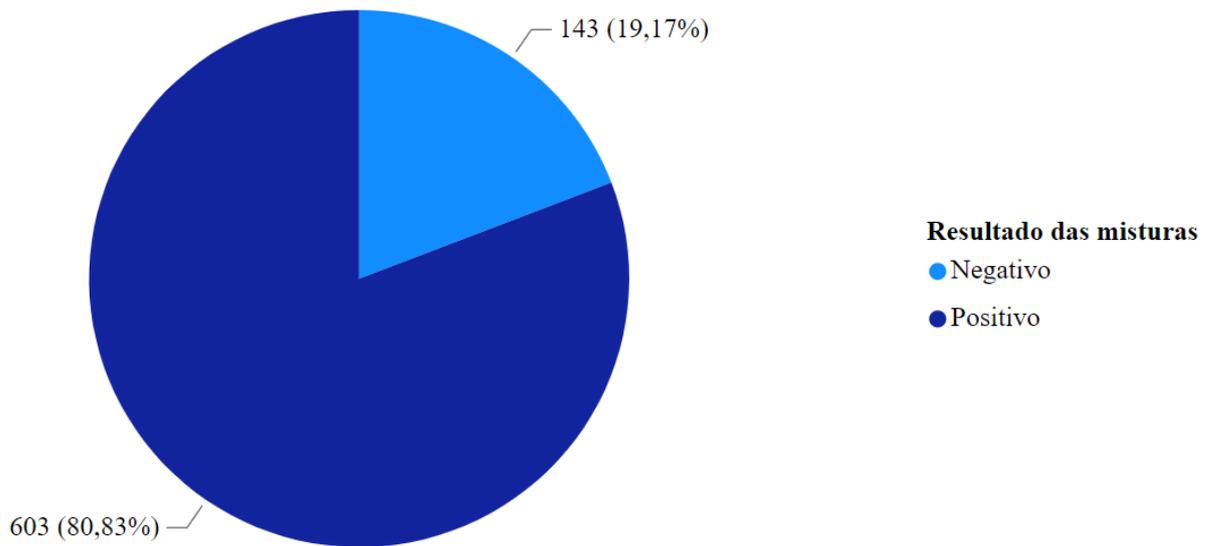


Figura 4: Resultado das misturas em tanque das demais misturas.

Quando os pesquisadores desenvolvem experimentos sobre misturas de produtos em tanque, é possível que as hipóteses tenham sido levantadas após agricultores realizarem as misturas no campo. Provavelmente, é por esse motivo que a grande maioria das misturas seja classificada como positiva.

Com relação ao número de produtos no tanque, foi observado que a maior parte dos resultados obtidos foram de trabalhos utilizando dois ingredientes ativos, sendo 68% das misturas entre herbicidas e inseticidas. Em relação às demais misturas, foram 79%. Com 3 misturas de ingredientes ativos, foram encontradas 35 misturas, totalizando 35 (27,34%) (Figura 5). As demais misturas geraram 136 misturas, o que equivale a 18,23% do total pesquisado. Por último, com 4 ingredientes ativos por misturas, foram pesquisados 6 resultados (4,69%) e as demais foram cadastradas 24 misturas (Figura 6).

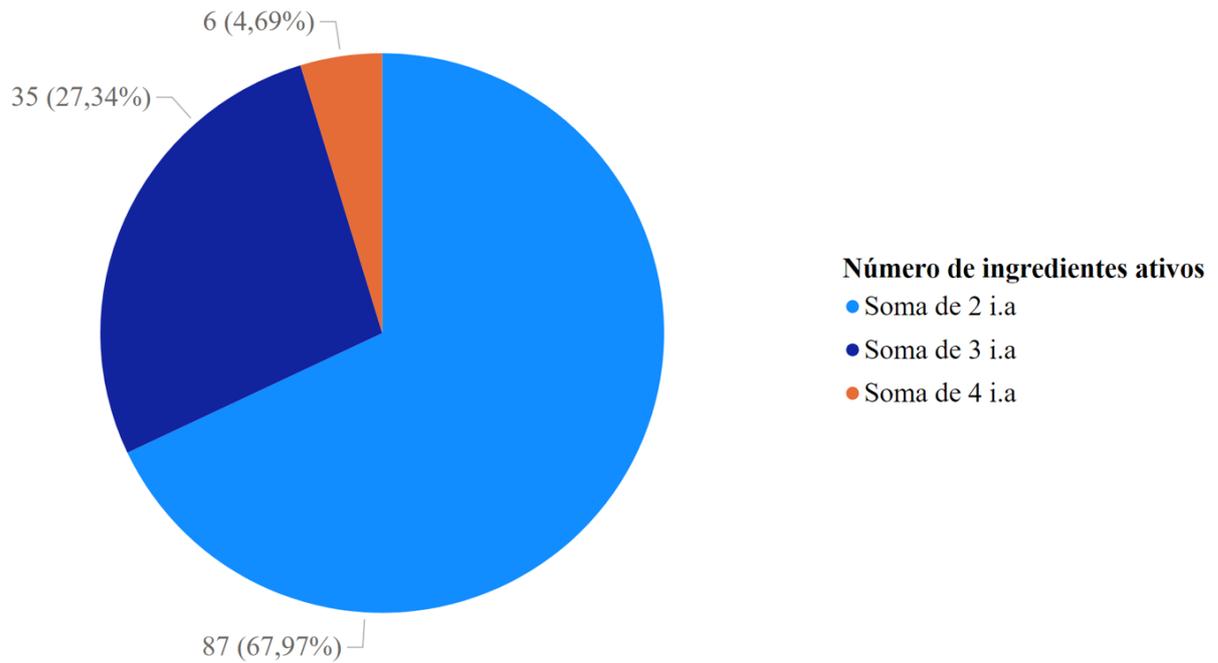


Figura 5: Principais herbicidas e principais inseticidas pesquisados nas misturas em tanque entre herbicidas e inseticidas.

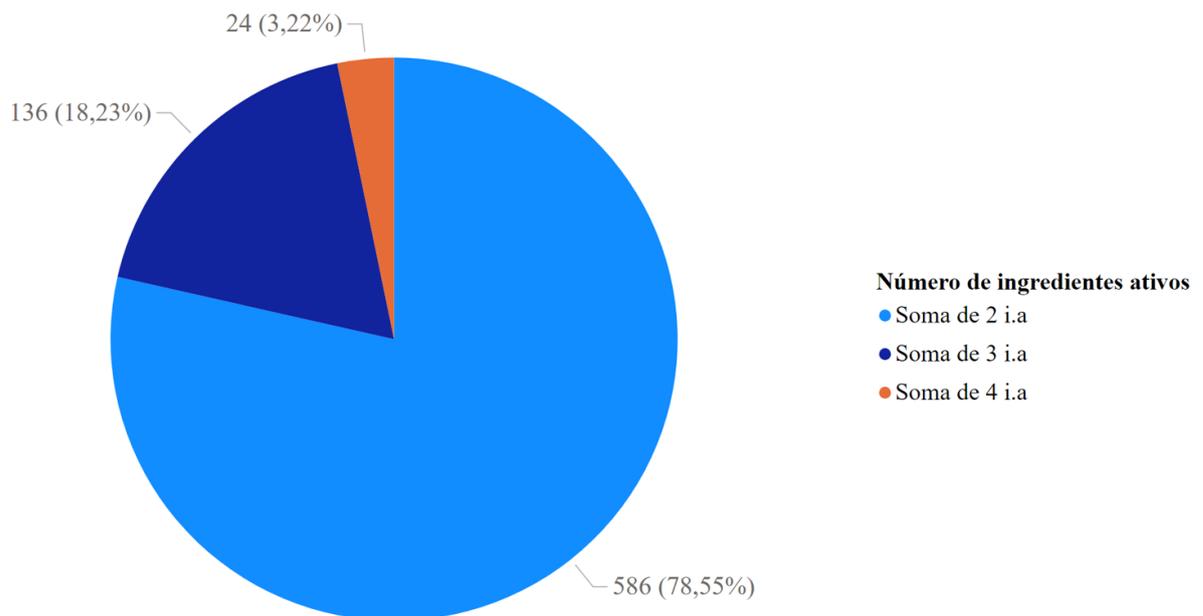


Figura 6: Quantidade de ingredientes ativos das demais misturas.

Os cinco principais herbicidas pesquisados em misturas com inseticidas foram o atrazine (32), glyphosate (22), mesotrione (16), nicosulfuron (16) e bispyribac-sodium (11). Já os inseticidas mais encontrados foram encontrados 24 ingredientes ativos diferentes, sendo o

chlorpirifos (34) o principal, seguidos de methomyl (19), lambda-cyhalothrin (13), thiamethoxam (11), lufenuron (7), permethrin (7), triflumurom (7), entre outros (Figura 7). Os demais ingredientes ativos pesquisados, encontram-se os herbicidas como os mais encontrados sendo o glyphosate (207) o principal, seguidos de atrazine (79), mesotrione (72), clomazone (53) e o glufosinate-ammonium (44). Sendo todos eles herbicidas (Figura 8).

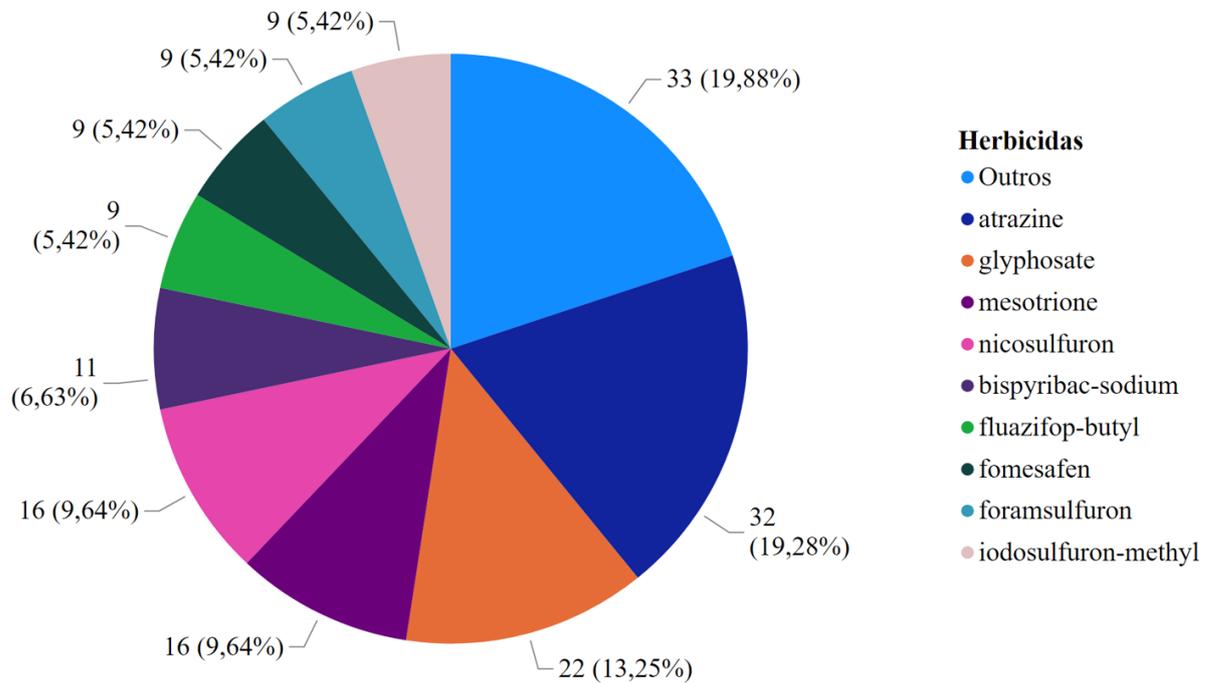


Figura 7: Principais herbicidas pesquisados nas misturas em tanque entre herbicidas e inseticidas.

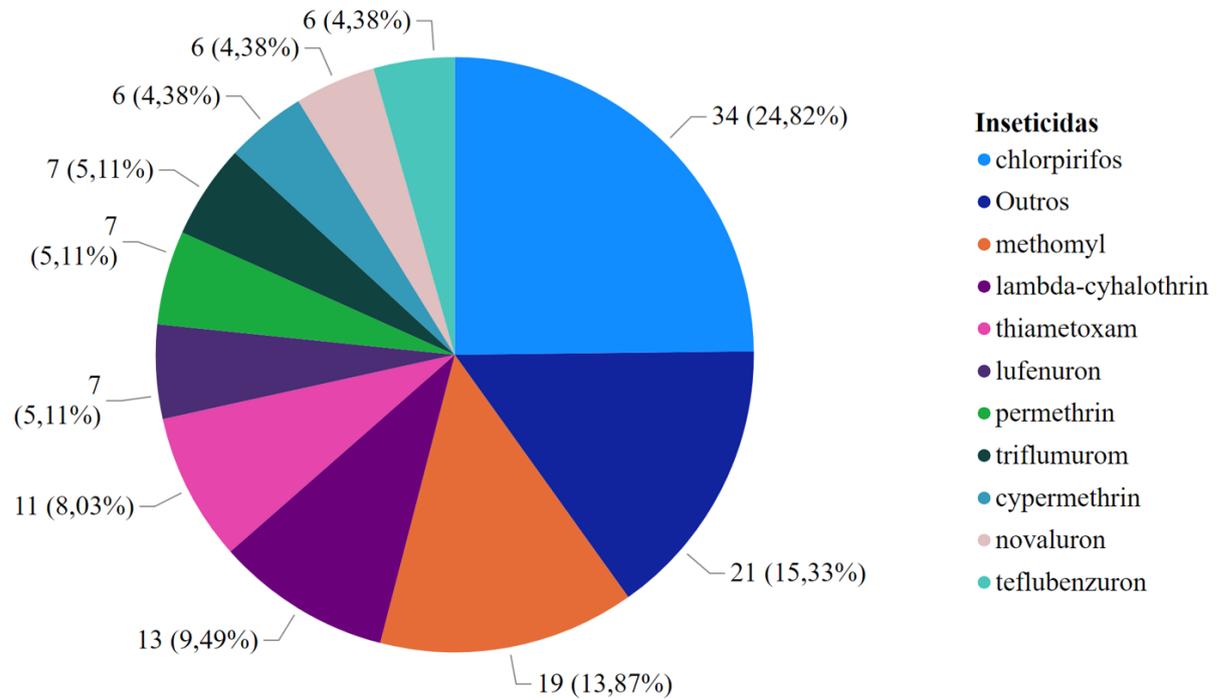


Figura 8: Principais inseticidas pesquisados nas misturas em tanque entre herbicidas e inseticidas.

Os demais ingredientes ativos pesquisados, encontram-se os herbicidas como os mais encontrados sendo o glyphosate (207) o principal, seguidos de atrazine (79), mesotrione (72), clomazone (53), glufosinate-ammonium (44), chlorimuron-ethyl (41), s-metolachlor (40), 2,4-D (37), diuron (36), flumioxazin (36), imazethapyr (33), haloxyfop-methyl (30), dicamba (28), fomesafen (28), isoxaflutole (28), saflufenacil (28) e sulfentrazone (28) (Figura 9).

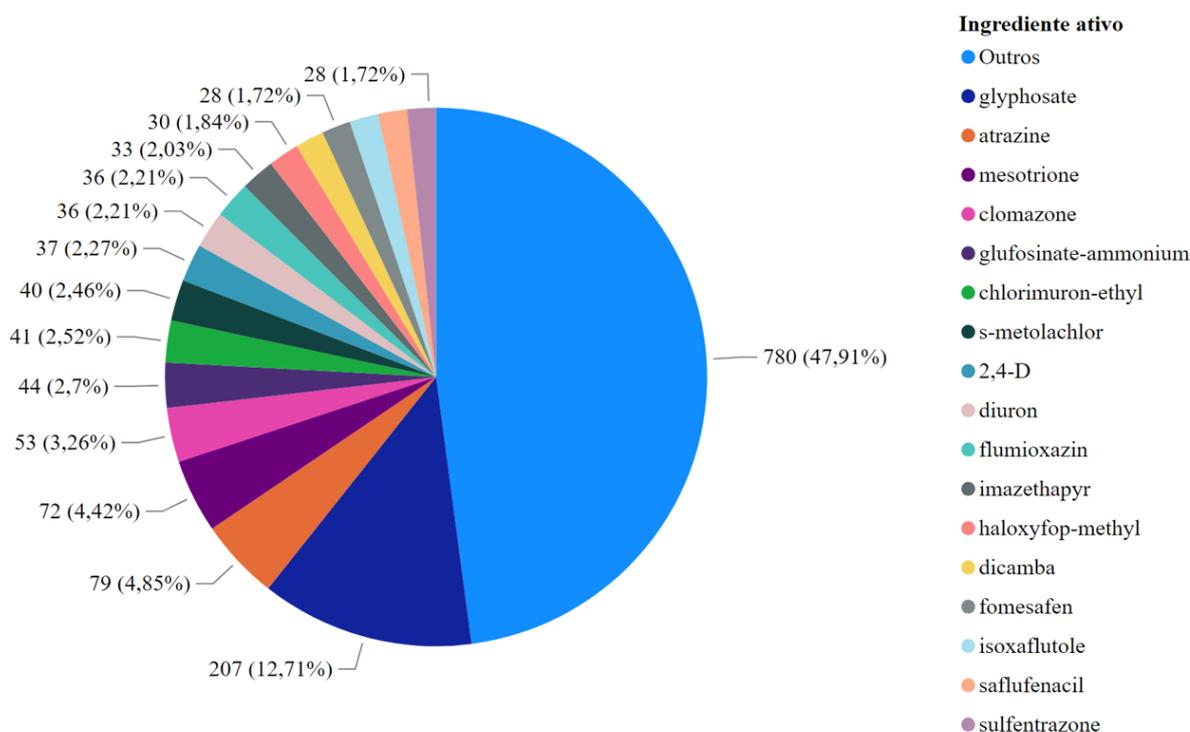


Figura 9: Principais ingredientes ativos das demais misturas.

A maioria dos resultados se refere a misturas aplicadas em plantas daninhas, uma vez que o objetivo principal é controlar eficientemente um maior número de plantas. Além disso, busca-se controlar plantas daninhas de difícil controle ou resistentes a herbicidas. Na grande maioria dos experimentos, apenas as plantas daninhas são avaliadas. Da mesma forma, as culturas mais avaliadas com relação aos estudos de misturas dizem respeito às respectivas áreas que elas ocupam e o número de produtos registrados para os cultivos. Apenas no Brasil, as culturas de soja, milho, algodão e cana-de-açúcar ocupam quase 80 milhões de hectares. A área de ocupação pela cultura é o principal motivador para registro e uso de determinado agrotóxico (Souza et al., 2023).

A grande variabilidade de herbicidas testados e, conseqüentemente, dos mecanismos de ação ocorre devido à busca dos pesquisadores por alternativas para controlar plantas daninhas que são difíceis de controlar ou controlar plantas daninhas resistentes ou culturas geneticamente modificadas. Em praticamente todos os trabalhos, os autores justificam a importância da mistura de opções para evitar pressão de seleção e garantir controle eficiente. A rotação dos mecanismos de ação é uma das principais recomendações para evitar pressão de seleção para plantas daninhas resistentes (Busi et al., 2019).

Sobre as culturas cadastradas, foram 5 culturas com misturas em tanque encontradas contendo misturas de herbicidas e inseticidas, representando 92 misturas. Delas, 59 foram para

o milho, 15 para o arroz, 13 para a soja, 3 para o algodão e 2 para sorgo, representando um percentual de 46,09%; 11,72%; 10,16%; 2,34% e 1,56% respectivamente. Esse valor corresponde a 71,87% do total das misturas para herbicidas e inseticidas (Figura 10). Os demais 28,13% não foram para uma cultura em específico. Já em relação as demais misturas, as principais culturas foram a soja (128), algodão (87), arroz (56), feijão (37), milho (31) e café (22). Essas culturas e alvos representaram 62,06% do total de misturas. Os demais não foram para uma cultura em específico, sendo 283 misturas, equivalente a 37,94% do total (Figura 11).

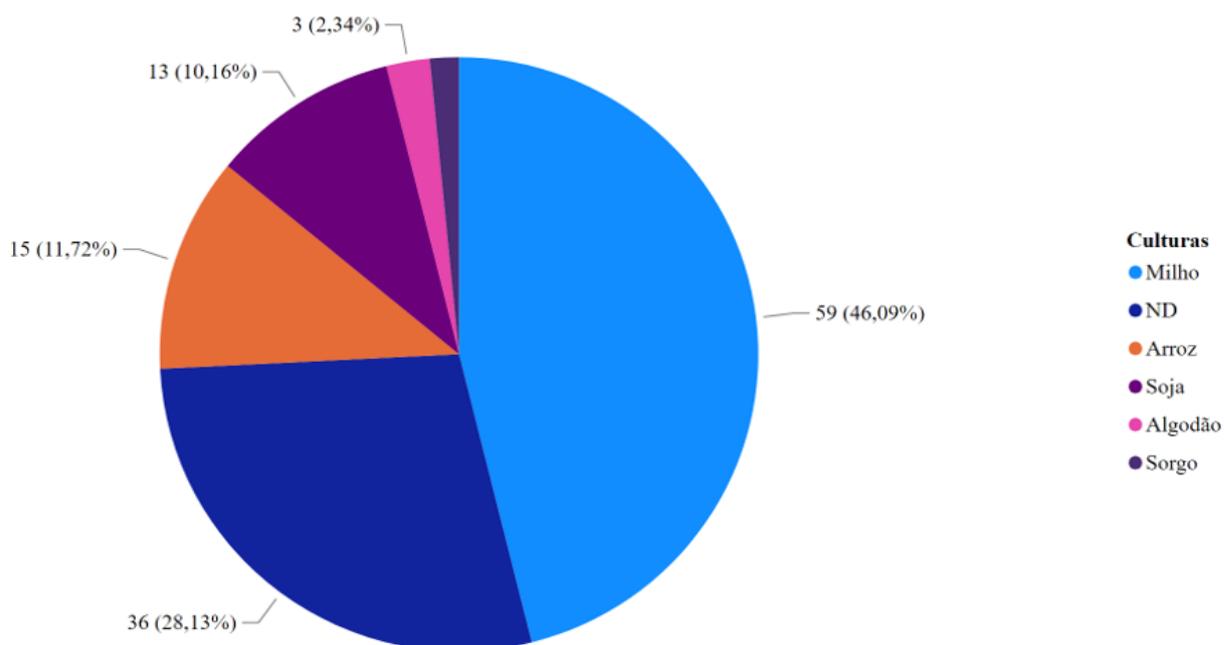


Figura 10: Principais culturas cadastradas nas misturas entre herbicidas e inseticidas.

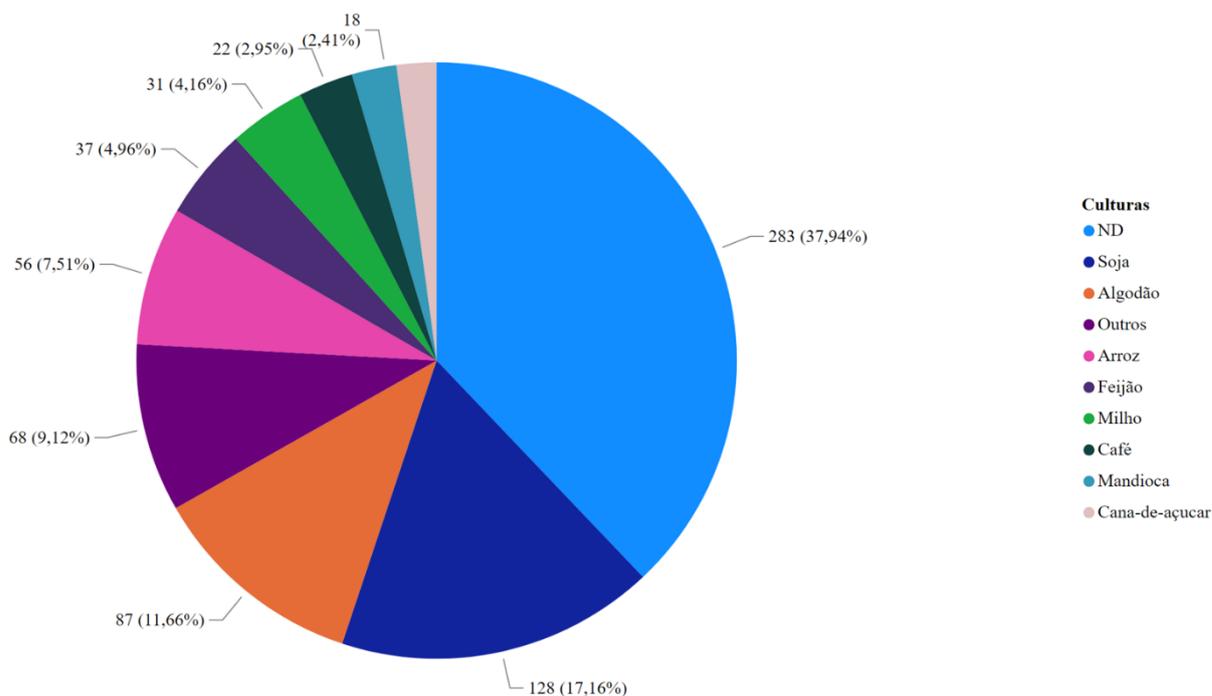


Figura 11: Principais culturas cadastradas das demais misturas.

Com relação à identificação dos produtos comerciais nos artigos, foram identificados 20 nomes comerciais de herbicidas e 15 para os inseticidas. Os principais nomes comerciais encontrados nas pesquisas de herbicidas utilizados com inseticidas foram o Callisto (12), Siptran 500 SC (8); Dribble 240 CE (6); Flex 250 EW (6); Fusilade 250 EW (6), Glifosato 480 SC (6); Roundup 792,5 WG (6); Verdict -R 124,7 CE (6) e Accent (4) (Figura 12). Os inseticidas mais utilizados foram o Engeo Pleno 141/106 SC (12); Nomolt 150 SC (12) e Lannate BR (10) (Figura 13).

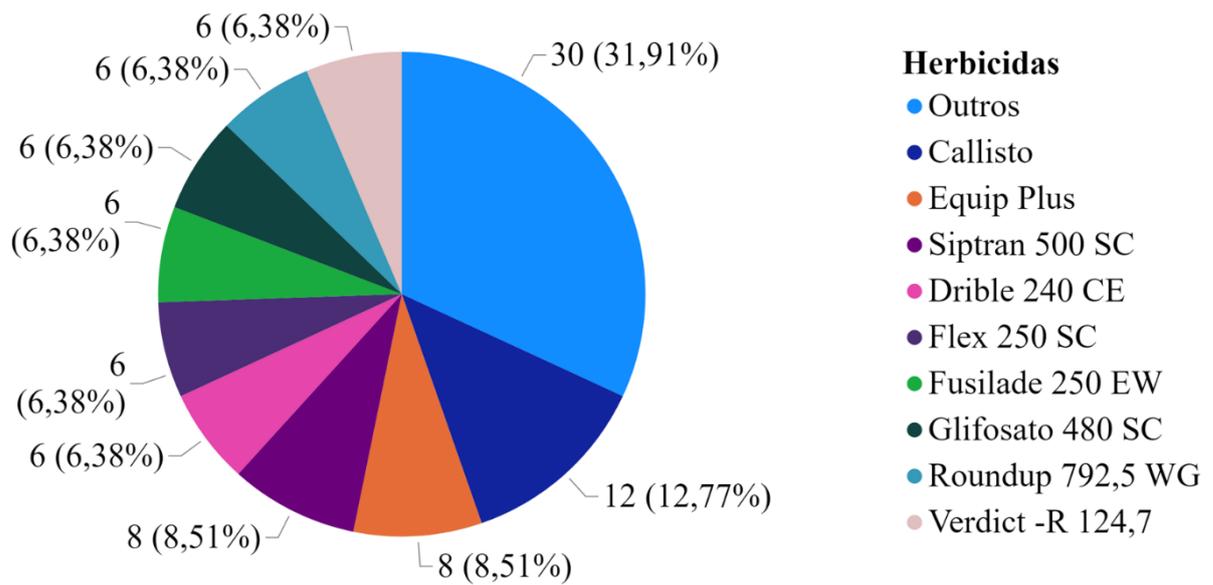


Figura 12: Principais produtos comerciais de herbicidas cadastrados entre herbicidas e inseticidas.

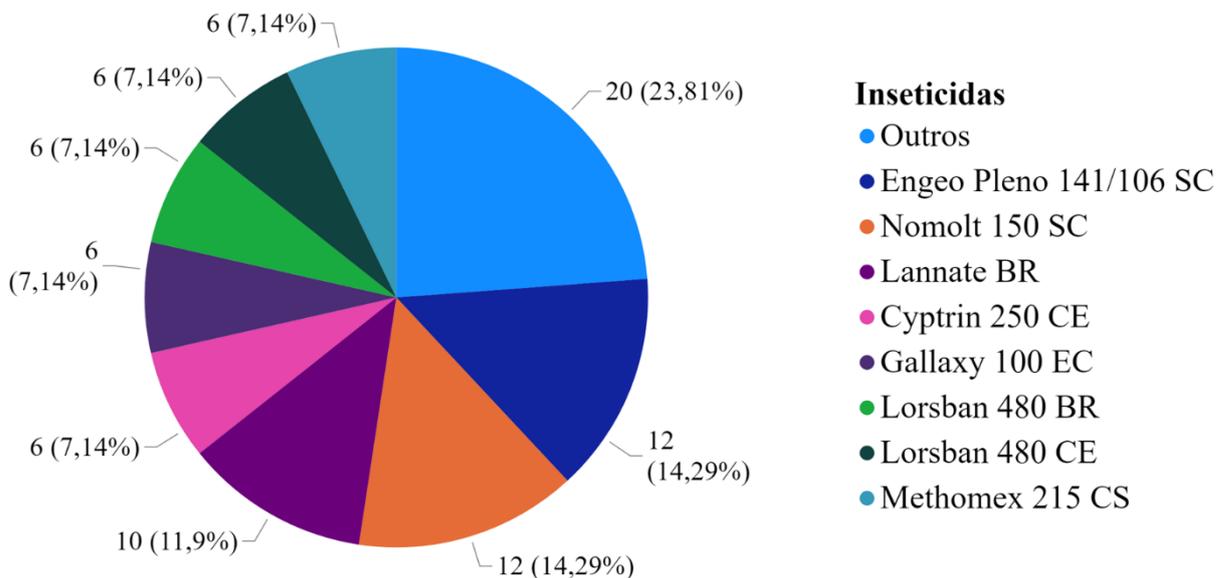


Figura 13: Principais produtos comerciais de inseticidas cadastrados entre herbicidas e inseticidas.

No caso de produtos comerciais usados em pesquisas, considera-se que o número é baixo, provavelmente devido a conflitos de interesse. Realizar pesquisas com declarações científicas com posições contrárias ou favoráveis a produtos comerciais pode gerar conflitos entre empresas e pesquisadores (Lipton et al., 2004). No entanto, é importante destacar que a

marca comercial influencia o resultado da mistura, já que as formulações e ingredientes misturados em produtos comerciais podem variar dependendo da empresa produtora. (GANDINI. et al., 2020).

6.2. Apresentação do mobile MistuRe

O aplicativo pode ser baixado pela loja de aplicativos do Google Play Store (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mistureapp.misture>) ou pesquisando na guia de busca pelo termo “MistuRe”, em ambos encontrando a página do aplicativo (Figura 9). Feito a busca, o usuário poderá realizar download, os usuários devem se registrar (e-mail, nome, cidade e perfil). Em seguida, uma mensagem sobre o sistema é exibida. Assim, os usuários são direcionados para uma tela de pesquisa inicial (Figura 14).

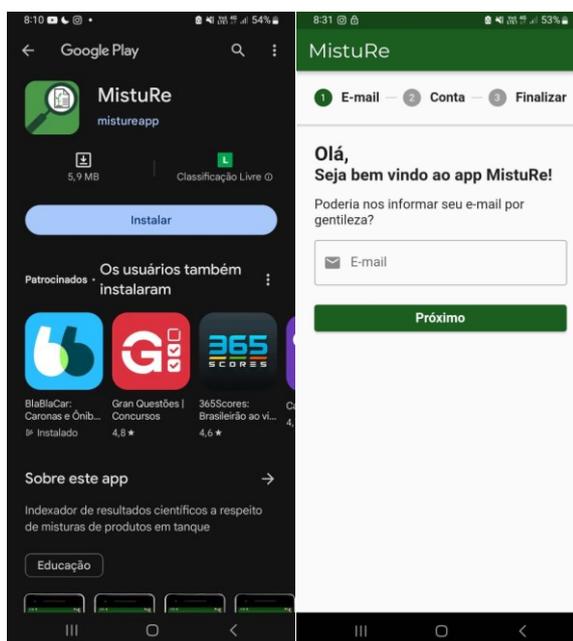


Figura 14: Página de download do aplicativo MisuRe (esquerda) e cadastro do usuário (direita).

Produtos podem ser adicionados após a inserção de três letras. O sistema móvel foi desenvolvido para Android e apresenta os seguintes dados para os usuários: informações sobre como os dados são classificados nos resultados, tela de pesquisa e informações sobre autores e apoiadores. Ao realizar pesquisas, os usuários têm acesso a dados de classificação (positivos ou negativos), doses de produtos, objetivos dos autores, país onde o experimento foi realizado e

link para o artigo. Quando o usuário realizar uma pesquisa entre produtos e a mistura ainda não estiver cadastrada no sistema, não aparecerá misturas e uma mensagem de “Mistura não cadastrada!” (Figura 15).



Figura 15: Busca no aplicativo MistuRe de uma mistura não cadastrada.

Quando a mistura está cadastrada no sistema, ela será mostrada após a busca do usuário. O usuário pode pesquisar por produtos comerciais no sistema, mas deve saber que nem todos os artigos citam as marcas dos herbicidas. Isso significa que o produto comercial pode influenciar o resultado da mistura. Isso vale para a dose e os adjuvantes usados. O MistuRe não é uma ferramenta definitiva para orientar as misturas de tanque. O software é um elemento de um conjunto de medidas (Figura 16).

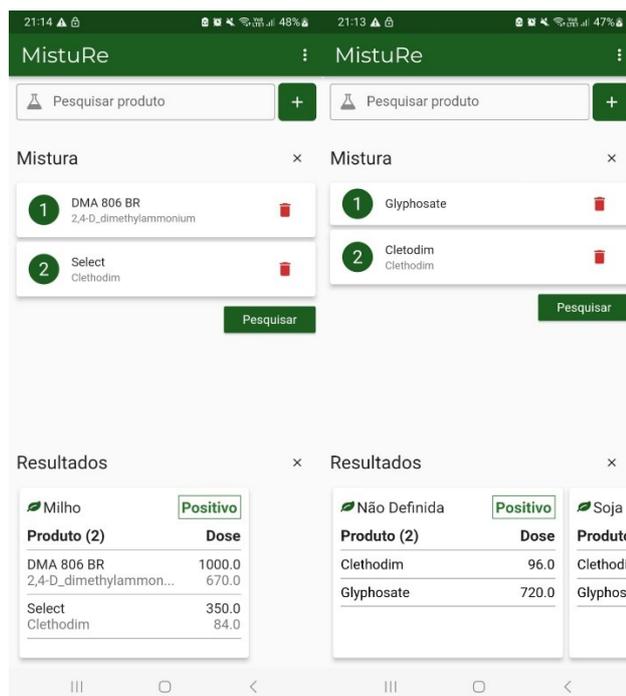


Figura 16: Pesquisa no aplicativo MistuRe de produtos comerciais (esquerda) e ingredientes ativos (direita).

Após encontrar o resultado da mistura, o usuário pode encontrar mais informações nos detalhes do resultado. Nesta página, haverá em detalhes o ingrediente ativo dos produtos da mistura, a dose do ingrediente ativo (gramas), o título, link e objetivo do artigo, caso o usuário queira realizar uma leitura do artigo científico que a informação foi pesquisada. Além disso, haverá o resultado da mistura (positivo ou negativo), a cultura na qual o experimento foi conduzido e o país (Figura 17).

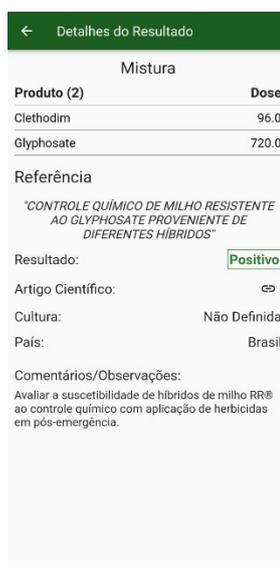


Figura 17: Detalhe do resultado da pesquisa de misturas em tanque encontradas no aplicativo MistuRe.

O software MistuRe, disponível para Android, pode ser uma excelente ferramenta para agricultores, agrônomos, pesquisadores, representantes comerciais, gestores, estudantes e qualquer pessoa interessada em estudos sobre misturas de agrotóxicos em tanques. A base de dados é alimentada através do acesso a artigos publicados em periódicos com conselhos editoriais. Portanto, as recomendações não são encontradas no sistema, apenas resultados de pesquisas estão disponíveis. Além disso, a base de dados será constantemente atualizada à medida que novos artigos forem publicados.

Ele é um software útil para a comunidade agrícola, pois mostra os resultados biológicos de misturas de herbicidas em tanque. Esses resultados dependem de muitos fatores que mudam e interagem na agricultura. Alguns exemplos são: novas variedades de culturas, plantas daninhas resistentes ou transgênicas, novos agrotóxicos, alterações climáticas, irrigação, pragas e doenças etc. Por isso, é essencial consultar as publicações científicas para garantir uma produção eficiente e sustentável. O MistuRe facilita esse acesso ao reunir e disponibilizar parte dessas informações.

7 CONCLUSÕES

O MistuRe é um sistema inovador que reúne resultados científicos de misturas em tanque de herbicidas e inseticidas de forma imparcial, utilizando informações apenas de artigos científicos.

Foram pesquisados em 128 artigos diferentes, 874 misturas em tanque sendo que destas, 128 foram encontradas para misturas de herbicidas e inseticidas. Dessas, 75% foram positivas e 25% negativas.

A cultura mais cadastrada para essas misturas foi o milho com 59 misturas. Os ingredientes atrazine e chlorpirifos foram os herbicidas e inseticidas mais encontrados, respectivamente. Das misturas de herbicidas com inseticidas, 67,97% foram utilizando apenas dois ingredientes ativos. E o produto comercial mais encontrado foi o Callisto.

O aplicativo MistuRe está disponível para *download* na loja de aplicativos da Google (Play Store) e posteriormente estará disponível na plataforma iOS da Apple.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. T.; OLIVEIRA, M. A. S.; ICUMA, I. M. Técnicas de aplicação de inseticidas com pulverizadores costais manuais e motorizados. 2001.

ARTUZO, F. D. et al. Gestão de custos na produção de milho e soja. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 20, p. 273-294, 2018.

BURTET, L. M. **Manejo de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) com uso de milho Bt e inseticidas**. Disponível em: <[https://www.semanticscholar.org/paper/Manejo-de-Spodoptera-frugiperda-\(J.-E.-Smith%2C-1797\)-Burtet/db0d17cb4040e9682dbb355acef6faf03f9002be](https://www.semanticscholar.org/paper/Manejo-de-Spodoptera-frugiperda-(J.-E.-Smith%2C-1797)-Burtet/db0d17cb4040e9682dbb355acef6faf03f9002be)>. Acesso em: 11 nov. 2023.

BUSI, R. et al. Rotations and mixtures of soil-applied herbicides delay resistance. **Pest Management Science**, v. 76, n. 2, p. 487-496, 2020.

CARDOSO, C. H. M.; SANTOS, E. A.; ARAÚJO, R. D. MistuRe: Uma Plataforma para Unificação de Dados Científicos sobre Compatibilidade de Produtos em Misturas de Tanque com Calda Herbicida. In: **Anais Estendidos do XVII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação**. SBC, 2021. p. 181-184.

CEPEA. Sustentado por safra recorde no campo, PIB do agronegócio tem alta modesta no primeiro trimestre. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**. Disponível em <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em 19. mar. 2023.

CONAB. Boletim da safra de grãos. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 15 out. 2023.

DE CARVALHO, S. J. P.; JÚNIOR, G. J. P.; OVEJERO, R. F. L. CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS VOLUNTÁRIAS DE SOJA E ALGODÃO TOLERANTES A DICAMBA. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 2, p. 695-1-7), 2020.

Elmasri R, Navathe S. *Fundamentals of Database Systems*. 7th ed. 2015. Pearson/Addison Wesley.

DORSA, A. C. O papel da revisão da literatura na escrita de artigos científicos. **Interações (Campo Grande)**, v. 21, p. 681-683, 2020.

GANDINI, E. M. M. et al. Compatibilidade de pesticidas e/ou fertilizantes em misturas em tanques. **Revista Produção Mais Limpa** , v. 268, p. 122152, 2020.

GASQUES, José Garcia et al. Produtividade total dos fatores na agricultura-Brasil e países selecionados. 2022.

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

LIMA, L. C. S.; MENTEN, J. O. Evolução dos produtos fitossanitários contribui para as boas práticas agrícolas. **Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va07-seguranca03.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2023.

LIPTON, S.; BOYD, E.; BERO, L. Conflicts of interest in academic research: policies, processes, and attitudes. **Accountability in Research: Policies and Quality Assurance**, v. 11, n. 2, p. 83-102, 2004.

OLIVEIRA, C. M. et al. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, v. 56, p. 50-54, 2014.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, p.16-27, 1985.

SINDIVEG. Mercado total de defensivos agrícolas por produto aplicado. **Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal**. Disponível em: <<https://sindiveg.org.br/mercado-total/>>. Acesso em 16 out. 2023.

SOUZA, M. C. O. et al. Tendências recentes de agrotóxicos nas lavouras: uma revisão crítica da dualidade riscos-benefícios e a questão da legislação brasileira. **Pesquisa Ambiental**, pág. 115811, 2023.

TÁVORA, Patrícia. Mapa registra mais 20 defensivos de controle biológico, incluindo produtos para uso na agricultura orgânica. **Ministério da Agricultura e Pecuária**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-registra-mais-20-defensivos-de-controle-biologico-incluindo-produtos-para-uso-na-agricultura-organica>>. Acesso em: 27 jun. 2023.

ZITO, Roberto Kazuhiko. Nova cultivar de soja é desenvolvida em parceria entre Epamig, Embrapa e Fundação Triângulo. **Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais**. Disponível em: <<https://www.epamig.br/nova-cultivar-de-soja-e-desenvolvida-por-convenio-entre-epamig-embrapa-e-fundacao-triangulo/>>. Acesso em: 26. jun. 2023.