

**BOLETIM INFORMATIVO****Manejo Integrado de Plantas Daninhas**

(Grupo de Estudos)

Universidade Federal de Viçosa**MISTURAS DE HERBICIDAS EM TANQUE: O QUE SABER?**Leticia Damo (Universidade Federal de Viçosa)Kassio Ferreira Mendes (Universidade Federal de Viçosa)Francisco Cláudio Lopes de Freitas (Universidade Federal de Viçosa)

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos do mundo. Os climas tropical e subtropical, e a alta variabilidade dos solos nas regiões de produção, favorecem o aumento da frequência e da intensidade de problemas fitossanitários com plantas daninhas, insetos e doenças. Consequentemente, se aumenta o uso de produtos químicos como alternativa para evitar ou diminuir a incidência desses organismos (GAZZIERO, 2015; OLIVEIRA, 2019).

É comum a ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas, ao mesmo tempo e na mesma área de cultivo. Neste cenário, visando aumentar o espectro de controle ou atingir mais de um organismo-alvo, são utilizados dois pesticidas ou mais, misturados no tanque de pulverização (PETTER et al., 2012).

As misturas em tanque são consideradas como uma opção eficiente e menos dispendiosa, para controlar simultaneamente diferentes plantas daninhas e/ou agentes causadores de danos que reduzem o potencial produtivo das culturas. Entretanto, é de fundamental importância conhecer as recomendações e requisitos específicos dos produtos químicos que serão aplicados. Atentando-se a compatibilidade físico-química da mistura para evitar possíveis resultados indesejáveis (GAZZIERO, 2015; DECARO JUNIOR, 2019).

Muito realizada informalmente pelos produtores, a prescrição de mistura em tanque só foi regulamentada em 2018 (BRASIL, 2018). A nova regulamentação intensifica a necessidade de estudos e informações sobre os efeitos que as misturas podem provocar sobre o alvo, e principalmente, sobre as culturas. Com o objetivo de transmitir informações confiáveis, para o produtor e profissionais de campo, em relação ao uso seguro das misturas de herbicidas, este boletim foi elaborado.

Regulamentação de misturas em tanque

A mistura de pesticidas em tanque, como é conhecida, é uma prática muito utilizada no Brasil e em outros países. Pode ser definida como a combinação, de dois ou mais, produtos no tanque de aplicação, imediatamente antes da pulverização (GAZZIERO, 2015; VECHIA, 2017).

Um estudo realizado por Gazziero (2015), em diferentes regiões do Brasil, levantou que 97% dos entrevistados praticam, frequentemente ou quase sempre, misturas em tanque. E que a maior parte (72%), desconhecem ou não têm informações técnicas suficientes sobre a utilização de misturas em tanque, reforçando a importância da regulamentação, para estudar e disponibilizar informações tanto aos

profissionais que recomendam, quanto aos que aplicam os pesticidas (GAZZIERO, 2015).

Apesar de ser uma prática comumente utilizada pelos agricultores, era realizada informalmente. O responsável técnico só poderia recomendá-la se estivesse especificada na bula do produto (RANKRAPE et al., 2019). Entretanto, com a publicação da Instrução Normativa no 40, de 11 de outubro de 2018, o engenheiro agrônomo passa a responder pelas misturas em tanque no receituário agrônomo e está autorizado a definir as aplicações (BRASIL, 2018). Assim, a prática passa a ter regulamentação governamental e pode ser indicada no receituário agrônomo, contendo as informações referentes a mistura, como possíveis incompatibilidades e advertências quanto a utilização (BRASIL, 2018; RANKRAPE et al., 2019).

Vantagens e desvantagens de utilizar misturas em tanque

No cenário agrícola atual, a mistura em tanque é uma prática inevitável, pois proporciona maior espectro de controle; com menos pulverizações; menos máquinas transitando na área; agilizando as operações e economizando mão-de-obra, óleo diesel, e água para o preparo da calda e lavagem dos equipamentos; além de facilitar o manejo da cultura, diminuir a compactação do solo e reduzir o tempo de exposição do aplicador (ZHANG et al., 1995; GUIMARÃES, 2014; GAZZIERO, 2015; VECHIA, 2017).

O uso de misturas de herbicidas é uma prática importante para aumentar o período e o espectro de controle e, principalmente, para o manejo de plantas daninhas resistentes. A mistura de dois ou mais ingredientes ativos ou mecanismos de ação, é uma estratégia eficiente para prevenir a seleção de biótipos resistentes e para o controle de plantas daninhas

resistentes e espécies tolerantes a herbicidas (ABBAS et al., 2016).

Por outro lado, se não realizada de forma bem planejada, uma mistura em tanque pode apresentar diversas desvantagens, desde riscos à saúde e ao ambiente, efeitos fitotóxicos na cultura (Figura 1), até problemas na aplicação e falhas de controle, que ocorrem pelas incompatibilidades e efeitos das interações entre os diferentes produtos e, principalmente, pela falta de informação disponível (IKEDA, 2013; JESUS, 2014).



Figura 1. Sintomas de injúrias em soja devido a mistura de amônio-glufosinate (herbicida) + teflubenzurom (inseticida). **Fonte:** Rankrape et al. (2019).

Efeitos de interações entre compostos

A mistura ideal pressupõe que os herbicidas combinados se comportem e atuem de forma independente (a presença de um não afetando a atividade do outro), aumentando o espectro de controle das plantas daninhas com reduzida toxicidade para a cultura (DAMALAS, 2004; PETTER et al., 2012). Entretanto, uma vez que dois ou mais herbicidas são combinados em mistura, o comportamento de um é, muitas vezes, influenciado pela presença de outro, esse procedimento pode prejudicar a eficiência de controle ou resultar em produtos mais tóxicos em razão das possíveis interações, conforme

reportado na Figura 2 (QUEIROZ et al., 2008; PAZINI et al., 2013).

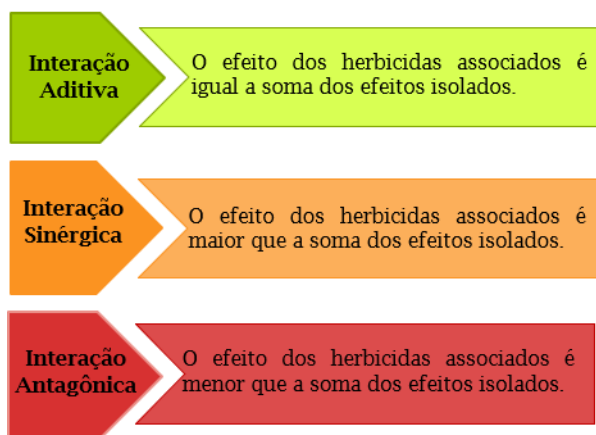


Figura 2. Interações que ocorrem em misturas de pesticidas. **Fonte:** Adaptação de Damalas (2004).

Alguns efeitos aditivos conhecidos são associações de glyphosate + chlorimuron-ethyl, glyphosate + carfentrazone-ethyl, atrazine + simazine ou metolachlor, entre outras. Entre os efeitos sinérgicos conhecidos ocorrem com as misturas de isoxaflutole + atrazine, metribuzin + clomazone, metribuzin + saflufenacil, inibidores do fotossistema II e inibidores da biossíntese de carotenoides, entre outras (CARVALHO, 2013). Em geral, associações de glyphosate com outros herbicidas sistêmicos são mais compatíveis e apresentam mais benefícios do que quando combinado com herbicidas de contato, pois rápido comprometimento dos tecidos, normalmente, não permite uma boa translocação do herbicida sistêmico (VIDAL et al., 2016; SILVA, 2019). As interações aditivas e sinérgicas podem ser benéficas quando resultam no controle eficaz da planta daninha sem prejudicar a cultura (DAMALAS, 2004).

Por outro lado, podem ocorrer os efeitos antagônicos, em associações entre trifluralin + diuron; herbicidas inibidores da ACCase + inibidores de ALS, carfentrazone, metribuzin, dicamba, pyriithiobac-sodium e acifluorfen-sodium; sulfoniluréis + MCPA; glyphosate + herbicidas de contato, como diquat, amônio-glufosinate, alguns herbicidas inibidores da PPO; entre outros

(CARVALHO, 2013; EUBANK et al., 2013; SILVA, 2019).

Essas interações, normalmente, são difíceis de prever, pois além da possibilidade de alteração da atividade um herbicida pela presença do outro, o comportamento pode ser afetado até mesmo pelas características da água, como o pH, minerais suspensos e água dura (QUEIROZ et al., 2008). A atividade da mistura também pode variar dependendo da espécie alvo, do estágio de desenvolvimento da planta e das condições do ambiente (DAMALAS, 2004; TREZZI et al., 2016). As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam alguns efeitos de misturas de herbicidas testados em diferentes espécies de plantas daninhas, normalmente biótipos resistentes ou tolerantes a algum herbicida quando aplicado isolado.

Tabela 1. Interações aditivas observadas em misturas de herbicidas para o controle de plantas daninhas.

Espécie	Misturas	Fonte
Buva (<i>Conyza</i> sp.)	glyphosate + 2,4-D	Takano et al. (2013)
Capim- amargoso (<i>Digitaria insularis</i>)	glyphosate (sal de amônio ou potássio) + quizalofop	Barroso et al. (2014)
Corda-de- viola (<i>Ipomoea grandifolia</i>)	glyphosate + flumioxazim ou sulfentrazone	Monquero et al. (2001)
Leiteiro (<i>Euphorbia heterophylla</i>)	pyriithiobac- sodium + glyphosate	Braz et al. (2011)
Picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>)	pyriithiobac- sodium + amônio- glufosinate ou glyphosate	Braz et al. (2011)
Poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>)	glyphosate + carfentrazone ou chlorimuron- ethyl	Monquero et al. (2001)
Trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i> e <i>C. diffusa</i>)	glyphosate +2,4-D ou metsulfuron- methyl	Freitas et al. (2018)

Tabela 2. Interações sinérgicas observadas em misturas de herbicidas para o controle de plantas daninhas.

Espécie	Misturas	Fonte
Apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>)	saflufenacil + metribuzin	Trezzi et al. (2016)
Buva (<i>Conyza</i> sp.)	glyphosate + saflufenacil	Dalazen et al. (2015)
Corda-de-viola (<i>Ipomoea grandifolia</i>)	amicarbazone + saflufenacil	Belpart et al. (2013)
Poaia (<i>Richardia brasiliensis</i>)	glyphosate + 2,4-D	Takano et al. (2013)
Trapoeiraba (<i>Commelina benghalensis</i>)	glyphosate + 2,4-D	Takano et al. (2013)

Tabela 3. Interações antagônicas observadas em misturas de herbicidas para o controle de plantas daninhas.

Espécie	Misturas	Fonte
Apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>)	saflufenacil + clomazone	Trezzi et al. (2016)
Azevém (<i>Lolium</i> spp.)	glyphosate + clomazone	Vidal et al. (2010)
Capim-amargoso (<i>Digitaria insularis</i>)	haloxyfop-p-methyl + glyphosate + 2,4-D ou dicamba	Pereira et al. (2018)
Leiteiro (<i>Euphorbia heterophylla</i>)	glyphosate + imazethapyr lactofen + clomazone	Vidal et al. (2010)
Milho voluntário (<i>Zea mays</i>)	dicamba + clethodim	Underwood et al. (2016)
Pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>)	glyphosate + carfentrazone-e-ethyl	Vidal et al. (2016)
Trapoeiraba (<i>Commelina benghalensis</i>)	glyphosate + oxyfluorfen ou flumioxazin ou carfentrazone-e-ethyl	Freitas et al. (2018)

De acordo com Zhang et al. (1995), as reações antagônicas ocorrem três vezes

mais frequentes do que o sinergismo, independente dos herbicidas ou das espécies. Os exemplos mais comuns ocorrem entre graminicidas e herbicidas para folhas largas, que podem apresentar quatro vezes mais interações antagônicas do que sinérgicas (DAMALAS, 2004; TREZZI et al., 2007).

Quais os mecanismos de interação dos herbicidas?

As interações entre herbicidas podem ocorrer antes, durante ou após a aplicação da mistura. Dessa forma os herbicidas podem interagir física ou quimicamente na calda de pulverização ou biologicamente na planta (ZHANG et al., 1995). Em geral, os mecanismos de interação em misturas de herbicidas podem ser agrupados em quatro categorias: bioquímicos, competitivos, fisiológicos e químicos, como demonstrado na Figura 3 (ZHANG et al., 1995; DAMALAS, 2004).

**Figura 3.** Mecanismos de interações entre herbicidas. **Fonte:** Adaptação de Damalas (2004).

Os mecanismos de interação estão relacionados com os efeitos da mistura sobre o alvo biológico que se pretende

controlar e podem resultar em menor ou maior nível de controle do que o esperado. Devido à complexidade nos estudos, tais interações ainda não foram completamente esclarecidas, uma vez que envolvem dois ou mais mecanismos (DALAMAS, 2004; PETTER et al., 2013).

Incompatibilidade físico-química

A ocorrência de toxicidade às culturas e o menor desempenho dos produtos aplicados em misturas, podem estar associados às incompatibilidades físicas e químicas dessas misturas (Figura 4) (PETTER et al, 2012).

Os principais problemas de aplicação estão relacionados com a **incompatibilidade física** dos produtos em mistura, decorrentes das interações entre os ingredientes ativos e de interações entre os ingredientes inertes das diferentes formulações, que resultam em dificuldades para dissolver os produtos misturados, formação de precipitados,

sedimentos, excesso de formação de espuma, separação de fase e complexação (SILVA et al., 2007; PETTER et al, 2012; GAZZIERO, 2015).

Existem muitas formas de incompatibilidade física, alguns exemplos podem ser (WHITFORD et al., 2018; DEVEAU, 2020b):

- Os líquidos podem coalhar ou engrossar em pastas ou géis, obstruindo mangueiras, filtros e bicos, e dificultando a limpeza do tanque (Figura 5).



Figura 5. Viscosidade da calda obstruindo filtros. **Fonte:** Whitford et al. (2018).



Figura 4. Ilustração das incompatibilidades física e química entre herbicidas. **Fonte:** Whitford et al. (2018).

- As formulações insolúveis não se dispersam ou suspendem, formando sedimentos que se acumulam no fundo do tanque e podem obstruir filtros e pontas de pulverização (Figura 6). Ou ainda, pode formar uma massa ou pasta oleosa que flutua no topo do tanque.



Figura 6. Filtros entupidos com sedimentos formados na calda. **Fonte:** Whitford et al. (2018).

- Os ingredientes ativos se separam em camadas distintas no tanque de pulverização (Figura 7).



Figura 7. Incompatibilidade física de produtos ocasionando a separação de fases da mistura. **Fonte:** Whitford et al. (2018).

- A combinação de produtos pode formar espuma em excesso, causando o transbordamento da calda (Figura 8) ou a interrupção da sucção da bomba. Ou ainda, um produto propenso a formar espuma pode interferir na hidratação de produtos secos adicionados posteriormente



Figura 8. Derramamento de espuma do tanque de pulverização. **Fonte:** Deveau (2020b).

A **incompatibilidade química** pode afetar negativamente a qualidade da pulverização, a retenção do produto na superfície da planta e, conseqüentemente, a sua absorção. O efeito de uma mistura de tanque quimicamente incompatível nem sempre é visível (Figura 9). Lesões na cultura (fitotoxicidade) podem ser visualizadas algumas horas ou vários dias após a aplicação. Às vezes, a eficácia reduzida é o único efeito observável (WHITFORD et al., 2018).



Figura 9. O frasco à esquerda mostra o glyphosate dissolvido em água destilada. Quando a água contém altos níveis de minerais na água dura, as moléculas de glyphosate podem se ligar aos minerais não ficando disponíveis como herbicida, conforme mostrado pela água turva (direita). **Fonte:** Whitford et al. (2018).

Problemas com incompatibilidade físico-química também podem ser ocasionados pela adição de adjuvantes na calda (QUEIROZ et al., 2008; LEAL et al., 2019). Para evitar efeitos indesejados, os adjuvantes devem ser adicionados com base nas orientações específicas da bula, que em geral, indicarão se tais produtos são necessários e se devem ser adicionados antes de adicionar os pesticidas, entre um produto e outro, ou no final do processo de mistura (WHITFORD et al., 2018; LEAL et al., 2019; DEVEAU, 2020a).

A qualidade da água utilizada no tanque de pulverização também pode influenciar o desempenho ou a compatibilidade dos pesticidas, por fatores como pH e dureza da água (níveis elevados de elementos como ferro, alumínio, magnésio, cálcio e sódio) (QUEIROZ et al., 2008; SYNGENTA, 2013). Por exemplo, o pH da água, quando elevado pode acelerar a degradação das moléculas por hidrólise alcalina ou quando muito baixo por dissociação iônica. Índices elevados de dureza da água podem atrair moléculas de pesticidas com carga negativa (Figura 9) (SYNGENTA, 2013; LEAL et al., 2019). Nesse caso, de acordo com Decaro Junior (2019), em primeiro lugar deve ser feita a correção da água, utilizando redutores de pH ou

redutores de dureza (quelatizantes), para depois adicionar os produtos no reservatório.

Além disso, a quantidade de água utilizada ao preparar uma mistura em tanque pode gerar problemas de incompatibilidade. Pouca água no tanque, ao adicionar os primeiros produtos, pode resultar em uma mistura muito concentrada que satura a água, quando os ingredientes ativos não podem mais se dissolver, precipitam, formam aglomerados, aumentam a viscosidade da calda ou se depositam no fundo do tanque, aumentando a probabilidade de entupir filtros e pontas de pulverização (Figura 10) (WHITFORD et al., 2018).



Figura 10. Sedimentos retirados do sistema de injeção do pulverizador quando glyphosate e 2,4-D foram misturados sem ter pelo menos 50% de água no tanque. O tanque foi fácil de limpar, mas algumas linhas de injeção tiveram que ser substituídos. **Fonte:** Whitford et al. (2018).

Quanto maior o volume de água inicial no tanque de pulverização, seguida de imediata aplicação no campo, menor o risco de incompatibilidade física e química, pois a concentração dos produtos fica diluída na calda (RAETANO e CHECHETO, 2019). Normalmente, as instruções indicam que o tanque deve ter pelo menos 50% de água antes de você adicionar o primeiro produto (WHITFORD et al., 2018).

A temperatura da água também pode influenciar a taxa de dissolução,

dispersão, emulsificação e fluxo dos produtos. Em geral, água mais quente dissolve mais material do que água mais fria. Ao misturar produtos em água fria, aguarde alguns minutos até que o produto se dissolva e se disperse antes de adicionar o próximo produto (WHITFORD et al., 2018; DEVEAU, 2020a).

O uso de sistemas de pré-misturas e de caldas prontas também intensificam as condições para que ocorram possíveis incompatibilidades. A prática da pré-mistura, consiste em diluir os produtos num volume reduzido de água para posteriormente transferir para o pulverizador e completar com água. Em sistemas de calda pronta, a mistura é preparada na concentração final, para posterior transferência para o pulverizador no campo. Embora contribua para a melhor fluidez e facilite o abastecimento dos pulverizadores, as reduções do volume de calda e o armazenamento aumentam as chances de incompatibilidade físico-química (DECARO JUNIOR, 2019; RAETANO e CHECHETTO, 2019).

A ordem dos fatores altera o produto?

Pouco se sabe sobre a sequência para colocar os produtos no tanque (GAZZIERO, 2015). Não há uma regra para isso, tudo depende dos produtos utilizados em mistura (RAETANO e CHECHETTO, 2019). No entanto, pode-se seguir uma ordem para a adição dos produtos na mistura (Figura 5). Normalmente, inicia-se pelos mais difíceis de serem solubilizados em água, os granulados (WG) devem ir primeiro, seguidos das formulações em pó (WP), das suspensões, emulsões e, por último, as formulações mais solúveis em água. Se misturar dois produtos com a mesma formulação, deve-se adicionar primeiro o produto com maior dose recomendada (LEAL et al., 2019).

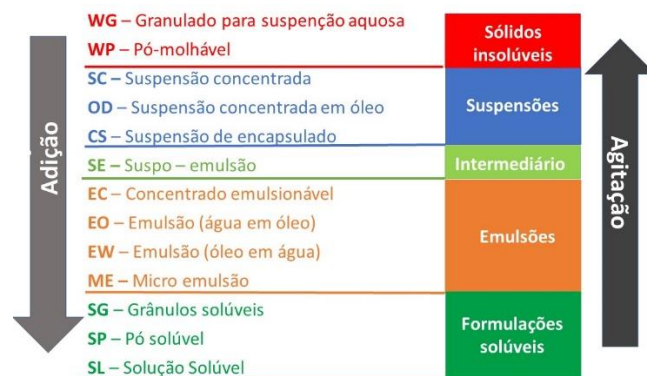


Figura 11. Ordem para adição de produtos no tanque do pulverizador. **Fonte:** Adaptação de Decaro Junior (2019).

O uso de adjuvantes também obedece a esta recomendação (Figura 12). O uso de óleos, segue o critério do concentrado emulsionável. Adjuvantes que melhoram a mistura dos produtos e favorecem a aplicação, como surfactantes, estabilizantes, espalhantes, emulsificantes e adesivos, podem ser adicionados entre uma formulação e outra, de acordo com a solubilidade, por exemplo, entre uma suspensão e uma emulsão. Os redutores de dureza de calda ou corretores de pH, devem vir em primeiro lugar (DECARO JUNIOR, 2019).

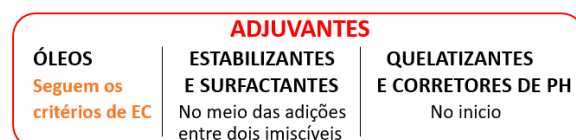


Figura 12. Ordem para adição de adjuvantes no tanque do pulverizador. **Fonte:** Adaptação de Decaro Junior (2019).

Os produtos devem ser adicionados gradativamente no reservatório, seguindo a ordem de adição mostrada na Figura 11, e o sistema de agitação no reservatório do pulverizador deve estar sempre ligado, de forma ininterrupta para manter a homogeneidade da calda, desde a adição do primeiro produto até o término da aplicação no campo, independente da solubilidade ou da formulação (DECARO JUNIOR, 2019). Importante sempre agitar os produtos no tanque por um certo tempo antes de adicionar outro produto, para que

a dispersão ou suspensão ocorra completamente (WHITFORD et al., 2018).

Nota: Essas informações não dispensam as instruções e recomendações especificadas nas bulas, quanto às compatibilidades, à ordem de adição dos produtos e adjuvantes, advertências sobre o pH e a dureza da água, e recomendações para agitação.

- Em caso de dúvida e sempre que possível, antes de preparar a mistura deve-se realizar a prova de compatibilidade por meio do teste de jarra.

Teste de jarra

Para garantir a compatibilidade físico-química dos herbicidas, é importante fazer uma verificação prévia. Os testes de jarra simulam o que ocorre em uma mistura de tanque, testando as combinações sem utilizar grandes volumes de produto (WHITFORD et al., 2018). Em uma jarra ou garrafa PET, adiciona-se água e os produtos que serão misturados em escala reduzida, de acordo com a formulação e em concentrações proporcionais a aplicação em campo (AENDA, 2019). Depois de adicionar os produtos, agitar o recipiente para homogeneizar a mistura, deixar repousar por pelo menos 30 min e verificar se há ocorrência de sobrenadante, precipitação, floculação, separação de fases ou mistura homogênea, (PETTER et al., 2012; WHITFORD et al., 2018), conforme o exemplo apresentado na Figura 13.

E então, avalia-se a estabilidade da mistura de acordo com a seguinte escala (Tabela 4) (MONTEIRO, 2020):

Tabela 4. Escala de estabilidade das misturas.

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: Adaptação de Monteiro (2020).

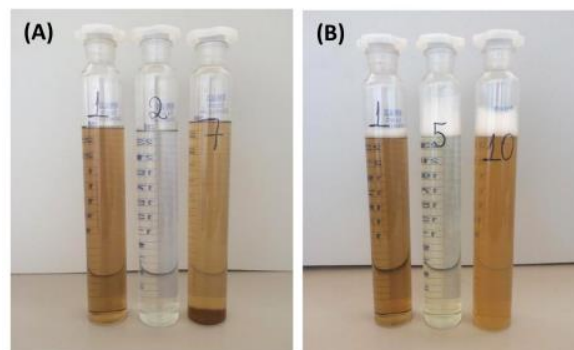


Figura 13. Análise visual da incompatibilidade física de misturas de herbicidas em laboratório. A) representa a formação de precipitados, e B) a formação de espuma. **Fonte:** Leal et al., (2019).

Se for observada alguma incompatibilidade, deve-se substituir os produtos ou realizar a aplicação de forma isolada (AENDA, 2019; DECARO JUNIOR, 2019). Leal et al. (2019) destacam que este teste não revela incompatibilidades biológicas e não dispensam as informações contidas na bula quanto ao uso de pesticidas em mistura.

Dicas de teste de jarra

Teste misturas familiares também

De um ano para o outro a mesma marca de produto pode sofrer alterações em seus ingredientes inertes, o que pode modificar a sua interação durante a mistura. Portanto, mesmo se estiver fazendo a "mesma" mistura de tanque que sempre preparou, ao realizar um teste de jarra pode identificar possíveis problemas de compatibilidade que podem ocorrer com inertes ligeiramente diferentes.

Use a mesma água

É importante usar para o teste de jarra a mesma fonte de água que você usará na mistura do tanque.

Mantenha os testes registrados

Assim, pode evitar repetir misturas problemáticas e usar as bem sucedidas como referências no futuro.

Fonte: Whitford et al. (2018).

Cuidados no preparo da calda

No momento do preparo da calda, vários fatores influenciam diretamente o comportamento dos herbicidas e a eficácia no controle das plantas daninhas. Para criar uma mistura estável é necessário entender os fatores que influenciam a compatibilidade. Abaixo estão listados **10 passos** que vão auxiliar na redução da incompatibilidade (WHITFORD et al., 2018; MOORE, 2020)

1. Leia a bula.

A bula ou o rótulo informam qual é o tipo de formulação do produto utilizado, quais misturas são mais propícias a incompatibilidades ou compatibilidades, e especificações sobre o pH ideal da água, sobre a dureza da água, sobre a necessidade e a ordem da adição de adjuvantes.

2. Faça um teste.

Se não houver recomendação para a mistura desejada ou houver pouca informação disponível, ou em caso de dúvida antes de preparar a mistura deve-se realizar a prova de compatibilidade por meio do teste de jarra.

3. Adicione água.

Adicione no tanque de pulverização pelo menos 50% do volume de água necessário e certifique-se da qualidade da água.

4. Agitação.

Ligue o agitador e mantenha a agitação moderada até o final da aplicação.

Lembre-se de que agitar muito agressivamente pode causar espuma.

5. Agite os recipientes.

Agite bem todos os recipientes dos produtos para misturar bem os ingredientes ativo e inertes antes de dispensá-los no tanque.

6. Misture tudo.

Inicie o processo de mistura. Nunca adicione vários produtos simultaneamente.

Quanto mais pesticidas forem misturados no tanque, maior o risco de uma reação indesejada.

7. Misture em ordem.

Adicione produtos com base no tipo de formulação, na ordem mostrada na Figura 11.

Até mesmo produtos compatíveis podem apresentar resultados indesejáveis se não forem adicionados na ordem certa.

8. Seja paciente.

Espere de três a cinco minutos antes de adicionar produtos, especialmente, após as formulações insolúveis e certifique-se visualmente de que foram totalmente dissolvidos ou que o produto se dispersou antes de adicionar mais produtos à calda de pulverização.

9. Adicione a água restante.

Complete o volume da calda com a quantidade estante com a agitação contínua.

10. Meça o pH.

Determine o pH da solução de pulverização e se necessário adicione ajustadores de pH no final do processo de mistura para garantir que a solução de pulverização final esteja na faixa de pH especificada no rótulo do produto.

Use ajustadores de pH com cuidado. Os acidificantes podem diminuir muito o pH da mistura do tanque, fazendo com que alguns ingredientes ativos se precipitem ou se volatilizem.

Outro fator que se deve ter atenção refere-se às doses. Sabe-se que para cada situação as doses devem ser ajustadas (KRAUSE, 2014). No entanto, nos rótulos de cada produto são informadas quantidades que devem ser aplicadas isoladas, não possuem, ainda, informações se devem ser alteradas (GAZZIERO, 2015).

Também é extremamente importante levar em conta os cuidados para manter a integridade do aplicador e do ambiente. Entre as principais recomendações estão:

- O uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs);
- Não entrar em contato direto com os produtos;
- Utilizar materiais específicos para o preparo e a mistura, como balanças, baldes, copos graduados e outros;
- Realizar o preparo em local sombreado e com boa ventilação.
- Realizar a tríplice lavagem durante o preparo da calda.

Considerações finais

A mistura de herbicidas em tanque apresenta-se como uma alternativa viável para o controle de plantas daninhas e tende a ser cada vez mais utilizada. Todavia, para a mistura ser efetiva, diversos fatores devem ser considerados a fim de garantir a compatibilidade. Saber quais produtos podem ou não ser misturados é essencial, mas não é suficiente para evitar a incompatibilidade, uma vez que diferentes níveis de compatibilidade podem ocorrer em função das diferentes formulações, da dose e do volume de calda, da qualidade da água, da ordem de adição, entre outros.

Este boletim fornece informações que contribuem para realização de uma mistura com sucesso. Ainda assim, é imprescindível seguir as recomendações do(a) engenheiro(a) agrônomo(a) e da bula. Apesar de que, muitas bulas ainda não trazem todas as especificações necessárias, reforçando a importância de realizar o teste de jarra, preventivamente.

De maneira geral, há uma escassez de informações com credibilidade sobre misturas em tanque. Espera-se que em função da regulamentação recente essa prática passe a ser mais discutida e, novos estudos e pesquisas sejam realizados e

utilizados como fonte de conhecimento, auxiliando profissionais e agricultores a preparar corretamente uma mistura, aumentando a eficiência na aplicação.

REFERÊNCIAS

- 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.
- 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 set. 2020.
- BACHIEGA, A. L.; SOARES, J. E. Callisto (mesotrione) – Novo herbicida para o controle de plantas daninhas em pós-emergência, na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIENCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, Londrina, 2002. **Resumos...** Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002. p.655.
- BARROSO, A. A. M.; ALBRECHT, A. J. P.; REIS, F. C.; FILHO, R. V. Interação entre herbicidas inibidores da ACCase e diferentes formulações de glyphosate no controle de capim-amargoso. **Planta Daninha**, v. 32, n. 3, p. 619-627, 2014.
- BELAPART, D.; MARCHESI, B. B.; GIROTTO, M.; TROPALDI, L.; CASTRO, E. B. Eficiência fotossintética de misturas de herbicidas no controle de *Ipomoea grandifolia*. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 24, n. 2, p. 102-109, 2013.
- BRASIL. Instrução Normativa. nº 40, de 11 de outubro de 2018. Estabelecer regras complementares a emissão da receita agrônômica previsto no Decreto nº 4.074 de 04 de janeiro de 2002 **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 out. 2018. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=15/10/2018&jornal=515&pagina=3>>. Acesso em: 23 ago. 2020.
- BRAZ, G. B. P.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; DAN, H. A.; OLIVEIRA NETO, A. M.; SANTOS, G.; CONSTANTIN,

- A. F.; TAKANO, H. K. Herbicidas alternativos no controle de *Bidens pilosa* e *Euphorbia heterophylla* resistentes a inibidores de ALS na cultura do algodão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n.2, p. 74-85, 2011.
- CARVALHO, L. B. **Herbicidas**. 1 ed. Lages, SC: Editado pelo autor, 2013. 61 p.
- DALAZEN, G.; KRUSE, N. D.; MACHADO, S. L. DE O.; BALBINOT, A. Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 249-256, 2015.
- DAMALAS, C. A. Herbicide tank mixtures: common interactions. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 6, n. 1, p. 209-212, 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.
- DEVEAU, J. Sprayer loading and the jar test. **Sprayers101**. Canadá, fev. 2020a. Disponível em: <<https://sprayers101.com/tankmix/>>. Acesso em: 07 out. 2020.
- DEVEAU, J. Tank mix compatibility. **Sprayers101**. Canadá, fev. 2020b. Disponível em: <<https://sprayers101.com/tankmix/>>. Acesso em: 07 out. 2020.
- 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, 2012.
- FREITAS, N. M., FREITAS, F. C. L.; FURTADO, I. F.; TEIXEIRA, M. F. F.; SILVA, V. F. Herbicide Mixtures to Control Dayflowers and Drift Effect on Coffee Cultures. **Planta Daninha**, v. 36, p. e018169798, 2018.
- GAZZIERO, D. L. P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, v. 33, n. 1, p. 83-92, 2015.
- 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...** Gramado: SBCPD, 2014. CD ROM.
- IKEDA F. S. Resistência de plantas daninhas em soja resistente ao glifosato. **Informe Agropecuário**, v. 34, n. 276, p. 58-65, 2013
- JAREMTCHUCK, C. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; BIFFE, D. F.; ALONSO, D. G.; ARANTES, J. G. Z. Efeito de sistemas de manejo sobre a velocidade de dessecação, infestação inicial de plantas daninhas e desenvolvimento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 449-455, 2008.
- JESUS, M. G. **Caracterização da pulverização de mistura de tanque com diferentes pontas de jato plano**. 2014. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2014.
- KRAUSE, N. D. Necessidades tecnológicas relacionadas a novos ingredientes ativos, formulações e da prática da realização de misturas de agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29, 2014, Gramado. **Palestra...** Gramado: 2014. CD ROM.
- LEAL, J. F. L.; OLIVEIRA, G. F. P. B. SOUZA, A. S.; SAMPAIO, M. P.; AMORIM, E. S.; LANGARO, A. C.; PINHO, C. F. Mistura em tanque e interações entre herbicidas. In: SANTOS, C. A.; RIBEIRO, J. C. **Desafios e Sustentabilidade no Manejo de Plantas**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. Cap. 4, 42-57 p.
- 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.
- MACIEL, C. D. G.; GUERRA, N.; OLIVEIRA NETO, A. M.; POLETINE, J. P.; BASTOS, S. L. W.; DIAS, N. M. S. Tensão superficial estática de misturas em tanque de glyphosate + chlorimuron-ethyl isoladas ou associadas com adjuvantes. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 673-685, 2010.
- MIGUELA, J. V.; CUNHA, J. P. A. R. **Manual de aplicação de produtos fitossanitários**. Viçosa-MG: Aprenda Fácil Editora. 2010. 588 p.

- MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SANTOS, C. T. D. Glyphosate em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 19, n. 3, p. 375-380, 2001.
- 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 out. 2020.
- MOORE, J. Guidelines for tank mixing. **Agriculture and Food**. Department of Primary Industries and Regional Development. Government of Western Australia. 2020. Disponível em: <<https://www.agric.wa.gov.au/chemicals/guidelines-tank-mixing?page=0%2Co>>. Acesso em: 07 out. 2020.
- OLIVEIRA, L. G. B. **Levantamento sobre o uso de defensivos agrícolas na região de Andradina – SP**. 2018. 54 f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso de Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.
- OLIVEIRA, R. B. Misturas em tanque: aspectos agrônômicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE, 5 ed. 2019, Curitiba. **Anais eletrônicos...** Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2019.
- PAZINI, J. B.; BOTTA, R. A.; BOCK, D. F.; GIACOMELI, R.; FIPKE, G. M.; SCHAEGLER, C. E.; SILVA, F. F.; RAMÃO, C. J. **Compatibilidade física de misturas de agrotóxicos**. Disponível em: <<http://www.cbai2013.com.br/docs/trab-7645-291.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2020.
- PEREIRA, G. R.; ZOBIOLE, L. H. S.; ROSSI, C. V. S. Resposta no controle de capim-amargoso a mistura de tanque de glyphosate e haloxifop com auxinas sintéticas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 2, p. 606-1-7, 2018.
- PETTER, F. A.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F.; PACHECO, L. P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, v. 4, p. 129-138, 2013.
- PETTER, F. A.; SEGATE, D.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p. 449-457, 2012.
- 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.
- QUEIROZ, J. R. G.; SILVA JR, A. C.; COSTA, A. C. P. R.; MARTINS, D. Eficiência da aplicação da mistura de glyphosate com saflufenacil sobre plantas de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.13, n.1, p.1-7, 2014.
- RAMOS, H. H.; ARAÚJO, D. **Preparo da calda e sua interferência na eficácia de agrotóxicos**. 2006. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/V2/index.htm>. Acesso em: 27 ago. 2020.
- RANKRAPE, C. B.; LUCIO, F.; LAGO, E.; JAKUBSKI, J. D.; JUNG, K. C.; MORGENRODT, W.; ZORZZI, I. C.; MORAES, P. V. D. Mistura Segura. **Revista Cultivar**, n. 245, p. 23-25, 2019.
- SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.
- SILVA, K. S. Misturas de herbicidas em tanque: entenda as possíveis interações. **WeedOut**. 2019. Disponível em: <<https://weedout.com.br/misturas-de-herbicidas/>>. Acesso em: 07 out. 2020.
- SYNGENTA. **Tank mixing products impact more than what you see**. Causes, watch-outs, preventative measures. DM SYN130 05/13, SCP 910-00559-A, 2013. Disponível em: <<https://www.greencastron.com/assets/pdf/syngenta-tank-mixing-products.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2020.
- TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J. BIFFE, D. F.; FRANCHINI, L. H. M.; BRAZ, G. B. P.; RIOS, F. A.; GHENO, E. A.; GEMELLI, A. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**. v. 12, n. 1, p. 1-13, 2013.
- TREZZI, M. M.; DIESEL, F.; KRUSE, N. D.; XAVIER, E.; PAZUCH, D.; PAGNONCELLI JR., F.; BATISTEL, S. C. Interactions of saflufenacil with other herbicides promoters of oxidative stress to control joyweed. **Planta Daninha**, v.34, p.319-326, 2016.
- 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.
- UNDERWOOD, M.; SOLTANI, N.; HOOKER, D.; ROBINSON, D.; VINK, J.; SWANTON, C.; SIKKEMA, P. The Addition of Dicamba to POST applications of quizalofop-p-ethyl or clethodim antagonizes volunteer glyphosate-resistant corn control in Dicamba-resistant soybean. **Weed Technology**, v. 30, n. 3, p. 639-647, 2016.
- VECHIA, J. F. D. **Interação entre produtos fitossanitários no manejo de *Brevipalpus yotheri* e *Diaphorina citri* na cultura dos citros**. 2017. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2017.
- VIDAL, R. A.; QUEIROZ, A. D.; TREZZI, M. M.; KRUSE, N. D. Association of glyphosate with other agrochemicals: the knowledge synthesis. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.15, n.1, p.39-47, 2016.
- VIDAL, R. A.; RAINERO, H. P.; KALSING, A.; TREZZI, M. M. Prospección de las combinaciones de herbicidas para prevenir malezas tolerantes y resistentes al glifosato. **Planta Daninha**, v.28, n.1, p.159-165, 2010.
- 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, 2018, 44 p.
- ZHANG, J.; HAMILL, A. S.; WEAVER, S. E. Antagonism and synergism between herbicides: trends from previous studies. **Weed Technology**, v. 9, n. 1, p. 86-90, 1995.

Organização

MIPD (Grupo de Estudos)
Departamento de Agronomia
Universidade Federal de Viçosa
Av. PH Rolfs, s/n – Viçosa/MG
CEP: 36580-900
www.mipd.ufv.br