



CRIANDO
NOVOS
PADRÕES

GERANDO
NOVOS
GANHOS



ADJUVANTES

Conceitos básicos e testes práticos no campo



Nem todo adjuvante é igual! Vamos entender um pouco sobre eles?

Nem todo adjuvante é anti-deriva, irá melhorar a penetração, retenção ou reduzirá a taxa de evaporação. Nem todo adjuvante irá compatibilizar. Entender as diferenças entre eles é primordial para alcançarmos melhores resultados na pulverização.

Também iremos comentar um pouco sobre os testes realizados para demonstrar as propriedades dos adjuvantes. E, por fim, faremos recomendações para que você possa garantir uma melhor escolha do adjuvante.

01

CONCEITOS BÁSICOS

INTRODUÇÃO	02
ADJUVANTE: O QUE É E POR QUE USAR?	02
O BRASIL	03
PRODUTIVIDADE, TECNOLOGIA E GASTOS	05
PROPRIEDADES	06
TRANSFERÊNCIA DA CALDA PARA O ALVO	09
ETAPAS DA TRANSFERÊNCIA	11
CALDA DE APLICAÇÃO	12
MOVIMENTO DAS GOTAS	14
ABSORÇÃO E TRANSLOCAÇÃO	17
REQUISITOS DO ADJUVANTE	18

02

TESTES NO CAMPO

AVALIAÇÃO DOS TESTES	22
TESTE DA GARRAFA - GERAÇÃO DE ESPUMA	23
TESTE DE MISTURA - COMPATIBILIDADE	24
TESTE DA FOLHA (OU GOTA) - ESPALHAMENTO	25
PAPÉIS HIDROSSENSÍVEIS - DENSIDADE DE GOTAS E COBERTURA	26
TESTE DO ISOPOR - PENETRAÇÃO	27
RECOMENDAÇÕES	28

01

The background of the page is a photograph of a tractor in a field, overlaid with a semi-transparent yellow filter. The tractor is positioned in the middle ground, and the field extends to the foreground. The overall color scheme is dominated by yellow and grey tones.

CONCEITOS BÁSICOS

01 CONCEITOS BÁSICOS INTRODUÇÃO

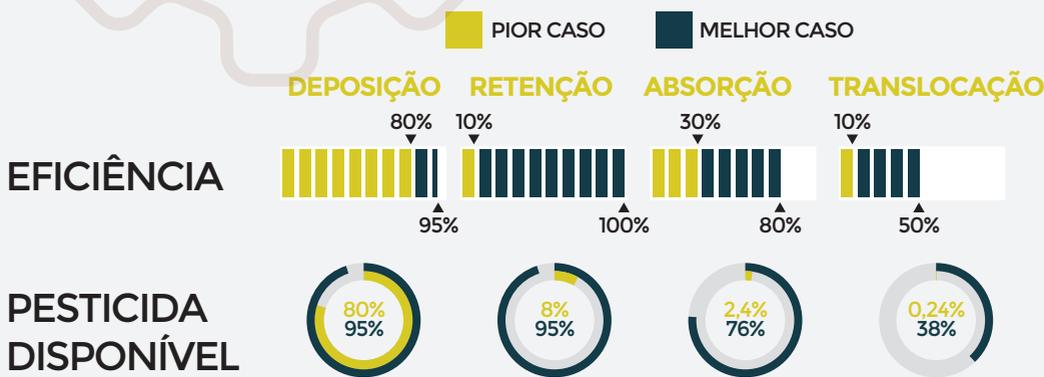
ADJUVANTE: O QUE É E POR QUE USAR?

As pesquisas e a prática no campo já deixaram claro um problema: **existem questões físicas e ambientais que diminuem a performance da aplicação de pesticidas, fertilizantes e reguladores de crescimento**. Para garantir uma minimização dos problemas e, dessa forma, **aumentar a performance da pulverização é importante o uso de adjuvantes**.

Adjuvantes são produtos que tem a propriedade de alterar características físico-químicas da calda e, com isso, conseguir:

- a) Melhorar ou facilitar o manuseio de pesticidas e fertilizantes;
- b) Melhorar a eficácia e a consistência das pulverizações.

Com o objetivo de motivar e melhorar a compreensão do porquê o uso de adjuvantes é primordial, iremos mostrar em números as limitações de cada etapa da pulverização. Para isso, apresentamos um trabalho que buscou **quantificar a eficiência dessas quatro etapas da pulverização: Deposição, retenção, absorção e translocação**.



FONTE: SPRAY FORMULATION EFFICACY - HOLISTIC AND FUTURISTIC PERSPECTIVES (JERZY A. ZABKIEWICZ, 2005)

De acordo com os números apresentados, nota-se que o mesmo manejo pode vir a ter performance muito abaixo do seu potencial de controle caso alguma dessas etapas tenha um desempenho deficitário.

No caso exemplificado no estudo é importante notar que no **melhor caso 38% do pesticida** que estava na calda irá translocar e ter o efeito biológico esperado. No **piores caso apenas 0,24% do pesticida** aplicado irá chegar até a fase final. O controle para esses dois casos será muito diferente.

Dessa forma, temos o objetivo de utilizar os **conhecimentos de tecnologia de aplicação, modo de ação do agroquímico e adjuvantes para atingir o maior potencial de cada aplicação**. Queremos garantir: **melhor uso do pesticida, menor desperdício, maior controle e, por conseguinte, maior ganho econômico**.

Nas próximas páginas vamos explicar quais as **propriedades dos adjuvantes**, de que forma que eles **umentam a performance** e também comentar alguns **testes práticos e a utilidade deles**. Ao entender esses conceitos **será muito mais fácil acertar o adjuvante escolhido nas suas próximas aplicações!**

A necessidade do uso de adjuvantes se dá pela falta de espaço, instabilidade do uso desses ingredientes nas formulações dos agroquímicos ou questões econômicas.

O BRASIL

Aqui no Brasil o tema adjuvantes ficou no limbo durante anos. A área regulatória acabou por tornar **impossível a efetiva expansão tecnológica** desse tipo de produto. Os produtos utilizados eram datados de formulações da década de 80 e 90. Ou seja, **um atraso em relação as tecnologias já disponíveis no mercado**.

Outra área que sofreu no Brasil foi a pesquisa. Se compararmos com países que estão sempre trazendo novas soluções para essa área iremos notar uma baixa quantidade de pesquisas. O motivo é que não existia uma razão nem econômica nem técnica para fomentar a pesquisa.

Com os atos n. 104 e 108 do MAPA (novembro/2017), houve uma abertura do mercado. **Adjuvantes hoje não são mais considerados como afins e podem ser comercializados sem a necessidade de registro.** Agora que já não existe mais o impedimento da parte regulatória, teremos capacidade de entregar soluções ou ainda teremos um mercado carente?

Nós da **Gran AGRO** desejamos ser um diferencial nesse mercado. Trabalharemos em três frentes para isso:



Entregando produtos que sejam verdadeiras soluções



Compartilhando nosso conhecimento com o maior número de pessoas (foi desse modo que aprendemos sobre essa indústria)



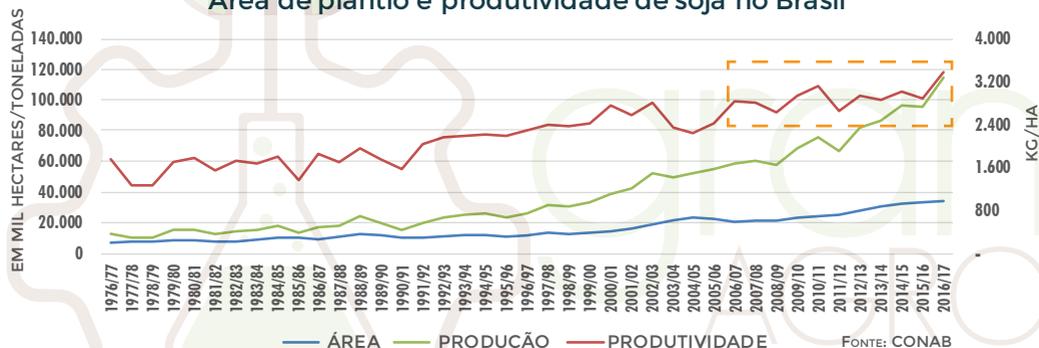
Sendo um elo entre fornecedores, instituições de pesquisa e o campo. Acreditamos que esse networking é o caminho para o sucesso



PRODUTIVIDADE, TECNOLOGIA E GASTOS

Nos últimos 10 anos **o intervalo de produtividade tem se mantido entre 2,5 e 3 mil kg/ha** (apenas em 2016/2017 que ocorreu a safra recorde de 3.364 kg/ha). **Nosso maior ganho de produção tem sido feito a partir de uma maior área de plantação.** Por conta do preço da terra e de dificuldades políticas todos sabemos que **logo a área plantada irá atingir um limite.** Caberá as novas tecnologias aumentar a produtividade. E essas **novas tecnologias vão desde robôs autônomos, softwares de imagem, análises, até novas tecnologias de produtos (seja uma nova molécula de um pesticida, uma nova semente ou um novo adjuvante).**

Área de plantio e produtividade de soja no Brasil



Outro fator que nos faz acreditar no **mercado de adjuvantes é o seu grande potencial!** Analisando os gastos disponibilizados pela Embrapa para soja na região de Chapadão do Sul/MS, vemos que **apenas 1% dos gastos é com adjuvantes.** Essa porcentagem apenas irá aumentar se o produtor mudar sua visão em relação a esses produtos. Para tal, **é necessário entregar valor para o produtor (facilidade de aplicação, melhor performance e maior produtividade).**

Porcentagem em gastos com insumos - Soja RR1 - Chapadão do Sul/MS - Safra 2016/2017



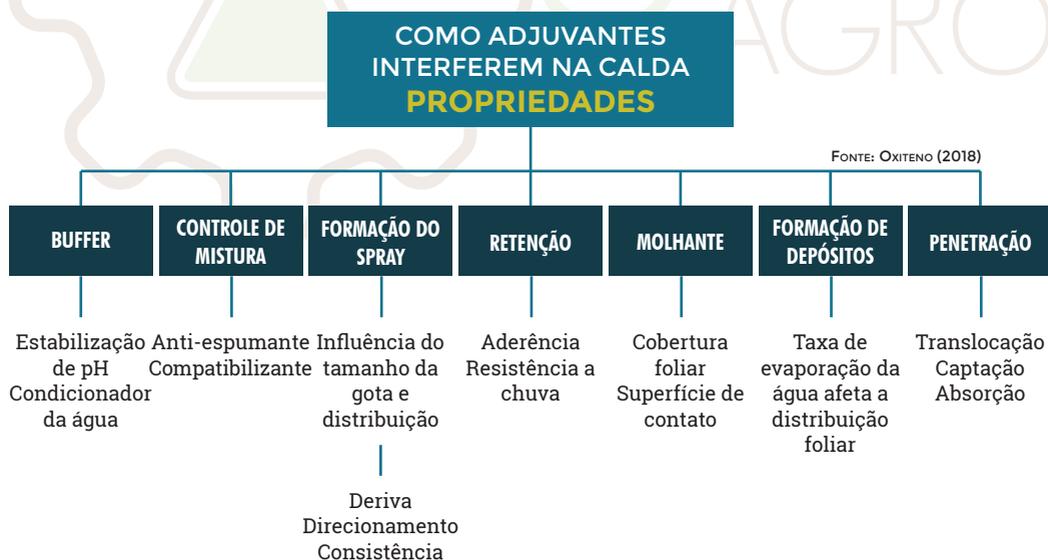
Fonte: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE, DOURADOS/MS

01 CONCEITOS BÁSICOS PROPRIEDADES

Como vimos, adjuvantes são produtos que tem uma grande importância na pulverização. São utilizados em conjunto com agroquímicos, com a **capacidade de modificar diversos parâmetros físico-químicos da calda**. Como objetivo final, temos a **melhora da performance da aplicação**.

Essa capacidade de modificar parâmetros da calda **é bastante crítico, pois a escolha errada de um adjuvante pode gerar perdas** de eficácia na aplicação (ou até a impossibilitação da aplicação). Enquanto que uma escolha certa trará diversos benefícios: **praticidade, ganhos econômicos e maior controle das pestes**.

Na figura abaixo podemos ver **todas as funções que um adjuvante pode exercer na calda**. Alguns podem exercer apenas uma dessas funções ou exercer diversas funções (produtos multifuncionais).



Um **importante aspecto é notar que algumas dessas funções são antagonistas** (em termos físico-químicos). Vamos há um exemplo: Queremos aumentar a cobertura foliar, então **utilizamos um produto com a função de molhante. O que pode acontecer (não em todos os casos) é um aumento da deriva** por conta da tensão superficial mais baixa. Veja na imagem abaixo:

ÁGUA

COM ANTI-DERIVA

COM MOLHANTE



FONTE: NUFARM (2014)

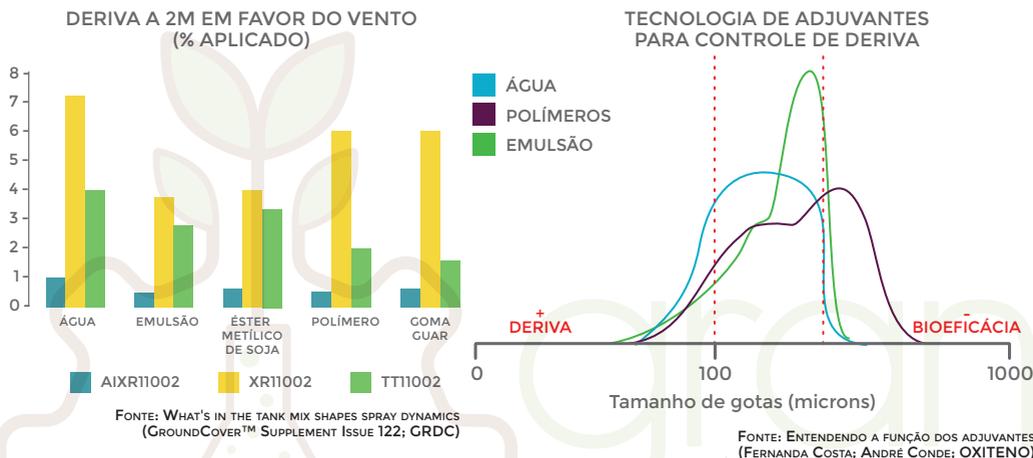
A informação relevante que temos agora é a seguinte: **não existe a possibilidade de termos um adjuvante que seja melhor em todos os aspectos**. Quando ele for excelente em uma função, pode estar piorando outra. Por isso, **a importância do desenvolvimento de produtos com funções secundárias e que tenham um equilíbrio entre as funções apresentadas** (a importância de cada uma será diferente para cada tipo de agroquímico utilizado).

ALÉM DISSO, A TECNOLOGIA UTILIZADA INFLUENCIA MUITO!

Outro ponto crucial: mesmo que um adjuvante exerça a mesma função que outro, não quer dizer que são iguais. A tecnologia da formulação utilizada muda muitos aspectos. Bom, já que estávamos apresentando uma imagem sobre a deriva, vamos manter o foco na função de formação do spray.

A deriva é o desvio da nossa aplicação do alvo, por conta de correntes de ar. A principal variável relacionada à ocorrência da **deriva é o tamanho da gota** (gotas menores tem menor peso: maior facilidade de se movimentar com o ar). Dessa forma, quando queremos **diminuir a deriva devemos diminuir as gotas menores**. Ocorre que também **não queremos gotas muito grandes, elas são pesadas e não irão se depositar na folha**, pois estaremos por consequência desviando do nosso alvo novamente, mas agora por falta de retenção.

Vamos comparar as tecnologias usuais de anti-deriva. No primeiro gráfico vemos como cada tecnologia se sai num túnel de vento e com três bicos diferentes. Todas reduzem a deriva de forma considerável, o resultado variando conforme o tipo de bico. Agora, vamos olhar o segundo gráfico. Vemos que no caso de **polímeros a diminuição das gotas se dá por um aumento geral do tamanho delas.**



Não estamos dizendo que a tecnologia A é melhor que a B. Elas são diferentes. E todas fazem parte de nossa **caixa de ferramentas**. Cabe a **Gran AGRO** (e as outras empresas) testar **qual a melhor tecnologia para o propósito do produto** que estará colocando no mercado.

Há mais de 2.000 ingredientes inertes aprovados para uso em agroquímicos nos Estados Unidos. Pense que diversos desses ingredientes ainda podem ter inúmeras variações (o que muda todas as suas propriedades). Dessa forma, **teremos uma infinidade de ingredientes que poderemos utilizar nas nossas formulações de adjuvantes.**

Nesse universo imenso de componentes, a empresa desenvolvedora irá escolher baseado naquilo que ela pretende entregar. Muitas vezes o resultado obtido não é o pretendido e é necessário uma nova iteração. Cada combinação de ingredientes trará um tipo de resultado. Por isso, o que queremos que você esteja pensando agora é: **realmente, nem todo adjuvante é igual!**

01 CONCEITOS BÁSICOS TRANSFERÊNCIA DA CALDA PARA O ALVO

Nosso objetivo com o uso de adjuvantes é transferir o agroquímico (ativo), de maneira eficiente, através da pulverização (ou seja, da calda para o alvo).

Por consequência, **o elemento mais importante é o agroquímico**. A escolha de um adjuvante deve levar em conta, portanto:

- 1) As propriedades do ingrediente ativo, se ele é solúvel em água ou insolúvel (lipofílico), sendo sua solubilidade e log P (coeficiente de partição) valores importantes;
- 2) O modo de ação do agroquímico, isto é, sistêmico ou de contato, seletivo ou não seletivo;
- 3) O tipo de formulação que está sendo utilizado;
- 4) Características próprias do alvo;
- 5) Condições ambientais e climáticas.

A pirâmide da pulverização mostra **o que consideramos como aspectos mais importantes** para garantir que o seu dinheiro será gasto reduzindo as perdas e gerando um maior ganho econômico.

A pirâmide está **dividida em 4 níveis**. O nível 1, como a base, sendo o mais crítico e os outros níveis ficando progressivamente menos críticos (mas não menos importantes). As condições ambientais e climáticas atuam sobre todos os níveis (tendo uma grande relevância, portanto).

PIRÂMIDE DAS PRIORIDADES



Condições ambientais e climáticas

A lavoura é uma indústria cujo produto será a produção da cultura. Os insumos são as entradas e a saída é a produtividade. **O fator mais relevante que irá gerar ganhos ou perdas são as condições ambientais e climáticas.** Caso elas forem aquém do esperado, mesmo executando um plano de manejo adequado, teremos uma produtividade menor do que o nosso potencial (com as condições climáticas favoráveis).

Nível 1: Ingredientes ativos

É a etapa mais crítica, pois é a partir deles que iremos obter os efeitos biológicos desejados (o controle das pragas). Também é a característica do ingrediente ativo que irá definir escolhas em outros níveis.

A maioria dos pesticidas atua afetando um mecanismo específico no alvo. Isso envolve, geralmente, interromper ou bloquear um caminho bioquímico particular em uma planta ou na praga alvo. O modo de ação é determinado pelo mecanismo particular que o pesticida atua.

A escolha do manejo adequado tem se tornado cada vez mais importante e complexa. Existe uma grande gama de produtos e deve-se prevenir o desenvolvimento de resistências. **Uma escolha equivocada irá gerar resultados insatisfatórios e a necessidade de novas aplicações.**

Nível 2: Interações e preparo da calda

Estamos trabalhando com produtos químicos. Cada um com sua estrutura e **quando no mesmo meio esses produtos interagem. Essa interação pode gerar incompatibilidades (físicas e/ou químicas).** O uso de adjuvantes compatibilizadores pode remediar esse problema e avaliar a aplicação. Enquanto que o uso incorreto do adjuvante pode agravar o problema.

Nível 3: Aplicação

A pulverização em si **é o modo como iremos transferir os ativos para onde eles irão realizar o seu efeito biológico.** É uma etapa de grande interesse e que tem uma grande importância para o sucesso do controle das pragas. É a partir do conhecimento sobre os ingredientes ativos (nível 1) que iremos tomar as decisões sobre a melhor forma de pulverizar. Por depender de escolhas apropriadas em outros níveis que está no nível 3.

Nível 4: Adjuvantes

Os adjuvantes estão como componentes em três dos quatros níveis da pirâmide. Pois, como visto, **são capazes de alterar diversos fatores envolvidos no processo. Em algumas aplicações tornam-se primordiais, em outras são utilizados para garantir a boa aplicação.**

ETAPAS DA TRANSFERÊNCIA

Para que uma adequada transferência do ativo até o alvo ocorra, muitas etapas devem se suceder. Abaixo detalhamos as etapas necessárias juntamente com as influências do operacional, do alvo e do ambiente e o papel do modo de ação do agroquímico, da formulação e do adjuvante em cada etapa.

Etapas da transferência	Influências do operacional, alvo e ambiente	Modo de ação, formulação e efeito adjuvante
Calda de aplicação	Preparo da calda, qualidade da água, sistema de mistura e condições climáticas	Compatibilidade, dispersão, solubilidade, estabilidade, formação de espuma e controle de pH
Formação das gotas	Taxa de aplicação (L/ha), pressão de trabalho e seleção dos bicos	Tensão superficial, viscosidade e densidade da calda
Transporte até o alvo	Altura da barra, velocidade de avanço e condições climáticas	Qualidade do spray afeta evaporação e massa das gotas (perda por deriva)
Deposição	Taxa de aplicação (L/ha), seleção dos bicos e características da superfície do alvo (orientação e forma da folha)	Modo de ação do pesticida, espalhamento, resistência à chuva e espectro de gotas
Retenção	Velocidade e energia da gota, característica da superfície da folha e condições climáticas	Tamanho da gota, tensão superficial e viscosidade da calda
Penetração	Idade e densidade das folhas, diferenças entre as espécies e condições climáticas	Característica da superfície, propriedades físico-químicas e solubilidade das gotículas
Translocação	Diferenças entre as espécies, estágio de crescimento, fisiologia da planta e condições climáticas	Eficiência de absorção e fitotoxicidade de contato
Ação do pesticida	Característica inerente à cada molécula	

FONTE: ADJUVANT BROCHURE (OXITENO) E SPRAY APPLICATION MANUAL FOR GRAIN GROWERS (GRDC)

Como podemos perceber, há diversos fatores que devem ser considerados em cada etapa para atingirmos um alto nível de performance.

Para entrarmos em maior detalhes, podemos separar a transferência do ativo para o alvo em quatro processos gerais:

- 1 **Calda de aplicação**
- 2 **Movimento das gotas - formação das gotas, deposição e retenção**
- 3 **Absorção e translocação do agroquímico**
- 4 **Efeito biológico - particular de cada agroquímico**

Iremos detalhar cada processo e expor as **restrições de desempenho de cada processo** e como poderemos **gerenciar isso através do uso adequado das propriedades dos adjuvantes**.

CALDA DE APLICAÇÃO

Na preparação da calda podemos ter dois problemas restringindo a performance da nossa aplicação: **a incompatibilidade entre os produtos e a qualidade da água**. Adjuvantes podem resolver os dois problemas em diversos casos. Queremos uma calda de aplicação estável, pois isso é primordial para o sucesso de todas as outras etapas.

Abaixo podemos verificar os três tipos de comportamentos que poderemos ter numa mistura.

Antagônica - É a que queremos evitar. Diminui a performance ou impossibilita a aplicação;

Sinérgica - Aumenta a performance da aplicação;

Aditivo - Um produto não afeta a performance do outro.

MISTURAS DE TANQUE



PROBLEMAS COM A QUALIDADE DA ÁGUA E INCOMPATIBILIDADES

BUFFER

pH da água

Os pesticidas normalmente são formulados como ácidos fracos ou neutros a fracamente alcalinos. **Como regra geral herbicidas, inseticidas e fungicidas tem melhor performance em uma água levemente ácida (pH entre 4 e 6,5).**

O pH da calda também irá influenciar a meia vida do pesticida. Um pH acima ou abaixo do ideal pode degradar ou hidrolisar a molécula. Por último, muitos produtos tem uma **carga elétrica fraca que pode ser alterada devido ao pH, limitando sua capacidade de penetrar na cutícula das folhas, diminuindo a quantidade de produto translocado.**

Dureza da água

Todas as fontes de água naturais contêm minerais como cálcio, magnésio e ferro. **A dureza da água pode afetar negativamente alguns pesticidas.** A molécula do pesticida carregada negativamente liga-se aos cátions dos minerais (ferro, cálcio e magnésio). **A ligação do pesticida com os minerais pode acarretar em três problemas:**

1. A molécula criada com essa ligação não conseguirá penetrar o alvo;
2. Conseguindo penetrar será a uma taxa muito mais lenta;
3. Irá ocorrer a precipitação do pesticida.

CONTROLE DE MISTURA

Agente de compatibilidade

Caldas de aplicação com uma mistura antagônica podem ser remediadas através do uso de compatibilizantes. Tem a habilidade de (1) evitar o problema ou (2) corrigir o problema. O melhor conselho é evitar problemas de incompatibilidade pré-testando a combinação.

Agente antiespumante

Costumam ser emulsões de silicone. Tem a capacidade de eliminar a espuma já formada e evitar a formação de espuma. **A presença de espuma pode afetar seriamente a mistura e lesar a performance da pulverização.**

MOVIMENTO DAS GOTAS

A primeira etapa desse processo é a formação das gotas (atomização). **É um fenômeno complexo que envolve diversas variáveis. O fator de maior peso é a seleção do bico adequado.** Partindo-se dessa escolha adota-se uma pressão de trabalho e taxa de aplicação (L/ha). Conforme já visto, **adjuvantes tem grande potencial para diminuir ou aumentar a deriva.**

Se as gotas que estão sendo pulverizadas realmente **irão atingir o alvo dependerá de características das gotas, do alvo e da condição climática.**



Tamanho
Energia
Trajetória



Tamanho
Forma
Superfície

Como visto anteriormente, o tamanho das gotas é um importante parâmetro para a deriva. É, também, importante para prever a deposição dessas gotas no alvo.

Gotas pequenas tem pouca massa e energia



São carregadas pelo vento e desviam do alvo ou derivam

Gotas de maior tamanho tem massa e energia maiores



É o suficiente para resistir à resistência do ar e atingir o alvo

Gotas muito grandes tem muita massa



Não conseguem aderir ao alvo

Ao atingir o alvo, a gota tem três comportamentos possíveis: quicar, aderir ou fragmentar.

COMPORTAMENTO DAS GOTAS

QUICAR



ADERIR



FRAGMENTAR



Definir qual comportamento determinada gota irá ter é complexo e depende de diversas variáveis. Segundo [1] as variáveis inerentes desse processo incluem:

- 1.O formato da folha e a sua estrutura (incluindo o ângulo das folhas);
- 2.A microestrutura da folha que pode conter pêlos, tricomas, estômatos, veias e estruturas de cera;
- 3.Propriedades de gotas variáveis (tamanho, velocidade, trajetória, densidade);
- 4.Propriedades físico-químicas (tensão superficial e viscosidade);
- 5.Condições variáveis de impacto das gotas (devido há uma possibilidade maior de impacto em uma área previamente molhada)
- 6.Fluxo de ar variável e turbulência resultante da pulverização

CONCLUSÕES DO ESTUDO

- A fragmentação das gotas aumenta conforme o tamanho das gotas e sua velocidade de impacto
- A fragmentação aumenta quando a superfície da folha oferece maiores dificuldades (estrutura cerosa ou pêlos, por exemplo)
- Em superfícies fáceis de molhar ou com adjuvantes supermolhantes, as gotas irão, em sua maioria, aderir ou fragmentar, com poucas quicando.
- A combinação de uma folha difícil de molhar com uma calda com alta tensão superficial irá gerar um comportamento pronunciado das gotas quicarem.

Com base no resultado do estudo anterior, **devemos separar as variáveis das quais podemos controlar e aquelas que irão ditar a forma da melhor aplicação.** Em [2] há um modelo matemático que define que **as variáveis que temos controle são as da gota** (através de bicos, pressão, velocidade e adjuvantes) e **as que não temos controle são a do alvo** (características inerentes da folha).

GOTA

VELOCIDADE DA GOTA
TENSÃO SUPERFICIAL DINÂMICA
(NO MOMENTO DO IMPACTO)

FOLHA

ÂNGULO DA FOLHA
CARACTERÍSTICAS DA SUPERFÍCIE

[1] IMPACTION OF SPRAY DROPLETS ON LEAVES: INFLUENCE OF FORMULATION AND LEAF CHARACTER ON SHATTER, BOUNCE AND ADHESION (GARY J. DORR ET AL)
[2] 'UNIVERSAL' SPRAY DROPLET ADHESION MODEL - ACCOUNTING FOR HAIRY LEAVES (J. NAIRN, W. FORSTER E R. VAN LEEUWEN)

PROBLEMAS COM A FORMAÇÃO DO SPRAY

A escolha adequada do bico é a etapa de maior relevância para a diminuição da deriva. Basicamente a formação do spray resulta da interação entre o líquido e o bico de pulverização. Em [1] as variáveis que podem ser alteradas com adjuvantes e que tem relação com a deriva são: **densidade, viscosidade, diâmetro mediano volumétrico (DMV) e percentual de gotas pequenas.**

PROBLEMAS COM MOLHABILIDADE DO ALVO

Como visto anteriormente, ao **optarmos por gotas maiores (para mitigar a deriva) estamos diminuindo as chances da gota aderir ao alvo.** Na teoria [2] existem quatro classificações quanto a facilidade de uma folha ser molhada: fácil, moderado, difícil e super difícil. **Quanto maior for essa dificuldade, maior a importância do uso de um adjuvante molhante.**

Além de características da folha (tricomas, cerosidade, rugosidade, polaridade, formato e ângulo), as propriedades físico-químicas da calda são também um importante fator para a retenção e adequada cobertura da superfície.

PROBLEMAS COM RETENÇÃO DAS GOTAS

A retenção das gotas no alvo é um processo essencial para o uso eficiente de pesticidas, fertilizantes e reguladores de crescimento. A eficiência desse processo pode estar entre 10% e 100%, dependendo da técnica de aplicação e propriedades da planta. Conforme visto anteriormente, existem diversos fatores que contribuem para essa variabilidade.

Juntamente com uma adequada técnica de aplicação, **o uso de adjuvantes são fundamentais para essa etapa.** Principalmente quando o alvo em questão é uma folha com cerosidade, pêlos ou posicionadas com um ângulo diferente do horizontal.

Dependendo dos produtos sendo aplicados, o não uso de adjuvantes podem gerar muitas **perdas por gotas quicando** e o uso de um adjuvante que baixe muito a tensão superficial pode gerar **perdas por fragmentação.**

[1] SPRAY ADJUVANT CHARACTERISTICS AFFECTING AGRICULTURAL SPRAYING DRIFT (RONE B. OLIVEIRA, ULISSES R. ANTUNIASSI E MARCO A. GANDOLFO)

[2] CHARACTERISING PLANT SURFACES FOR SPRAY ADHESION AND RETENTION (R. GASKIN, K. STEELE E W.A. FORSTER)

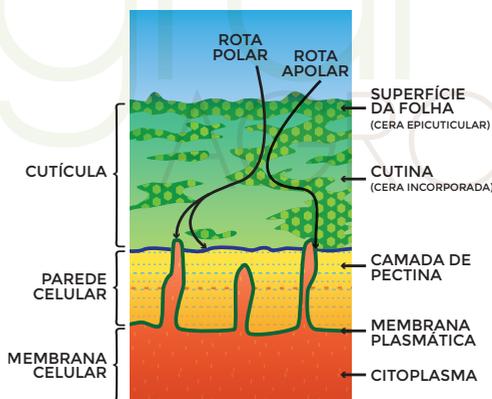
ABSORÇÃO E TRANSLOCAÇÃO DO AGROQUÍMICO

Mesmo obtendo sucesso nos processos anteriores, não garantimos, ainda, o efetivo uso de um agroquímico sistêmico. **Caso o processo de absorção não atinja níveis satisfatórios de eficiência, teremos uma aplicação com um resultado aquém do esperado.**

Como em todas as etapas, as condições climáticas tem um papel fundamental. **A chuva pode ocasionar o escorrimento da aplicação e o vento e umidade afetam a taxa de evaporação das gotículas.** Além desses fatores, temos a própria **estrutura da folha como uma barreira para a absorção.**

Para que os **ingredientes ativos que sejam solúveis em água** entrem na folha (concentrado solúvel), **eles devem permanecer dissolvidos na gota de água.** Quando a água evapora cria-se um depósito cristalino incapaz de penetrar na folha. Enquanto que a **absorção de formulações à base de óleo** (concentrado emulsionável, ex.) **é menos afetada pela evaporação da água.**

Os processos de absorção e translocação são complexos. A camada da cutícula da folha é a principal barreira para a absorção. **Ativos hidrofílicos movem-se pela rota polar.** Devido a presença da cera epicuticular (que tem afinidade com óleo) esse tipo de ativo move-se lentamente nessa área. Enquanto que **ativos lipofílicos movem-se pela rota apolar,** tendo rápida absorção. Porém, nas



Adaptado de: Folheto do Herbicida Basta (BAYER)

camadas subjacentes (camada de pectina e parede celular) o comportamento é contrário. São camadas que tem afinidade por água. **A translocação envolve o movimento de um pesticida desde o ponto de aplicação (folha, caule, raízes, etc) até outras partes da planta.** A extensão e as características do movimento dos pesticidas podem ser descritas como ocorrendo em seis formas predominantes: local, floema, xilema, ambimóvel, translaminar e sistêmico.

PROBLEMAS COM ABSORÇÃO E TRANSLOCAÇÃO

Adjuvantes tem a propriedade de alterar diversos fatores importantes nessa etapa. É capaz de **alterar a taxa de evaporação** (evitando que o ativo cristalize antes de penetrar na cutícula). Assim como **é capaz de minimizar e superar a barreira cuticular e solubilizar a cera das folhas, possibilitando a penetração do ativo**. Não há estudos que comprovem uma efetiva importância do adjuvante para a translocação (os fatores de maior importância são o estágio de crescimento da planta e condições ambientais).

REQUISITOS DO ADJUVANTE

Conforme vimos na pirâmide de prioridades, o fator mais importante e que **deve governar nossas escolhas é o agroquímico (modo de ação, alvo e características da molécula)**. De acordo com as etapas de transferência e com a literatura [1], temos **cinco processos de adjuvância** para aumentar a performance dos pesticidas:

1 FORMAÇÃO DE SPRAY

2 RETENÇÃO

3 MOLHABILIDADE

4 FORMAÇÃO DE DEPÓSITOS

5 ABSORÇÃO

Para ilustrar que **diferentes ingredientes ativos necessitam de propriedades únicas do adjuvante**, vamos comentar sobre um fator que interfere na eficácia biológica da aplicação e é facilmente visualizado: **a capacidade da gota de molhar, espalhar e cobrir a superfície da folha**.

O quanto a gota se espalha na folha irá governar a distribuição do ingrediente ativo sobre a área à ser protegida. **Segundo [1] o grau ótimo de cobertura foliar irá depender do modo de ação do agroquímico e características da praga à ser controlada**. Em pesticidas não sistêmicos, a cobertura necessária dependerá da mobilidade ou localização da peste. **Quanto mais estática for a peste, maior é a necessidade de cobertura completa nas áreas sujeitas a ataques**.

[1] BASIC PRINCIPLES OF SELECTION OF ADJUVANTS IN AGROCHEMICAL FORMULATIONS - COLLOIDS IN AGROCHEMICALS (THARWAT F. TADROS)

Em contrapartida ao caso anterior, **quando utilizamos ingredientes ativos com modo de ação sistêmico o importante é assegurarmos uma cobertura satisfatória** em que a calda esteja em contato com as áreas da planta através das quais ocorrerá a absorção do agroquímico. **Para aumentar a performance desse tipo de pesticida precisamos de uma alta capacidade de penetração** e para isso é preciso de um alto gradiente de concentração do ativo.

Para termos um alto gradiente de concentração não podemos ter muito espalhamento das gotas, pois geralmente isso tem como consequência depósitos finos. Depósitos mais espessos tem a capacidade de agir como um reservatório, mantendo um alto gradiente de concentração. **Este é o caso necessário para muitos fungicidas sistêmicos.**

OBJETIVO DA APLICAÇÃO QUANTO AO ESPALHAMENTO

NÃO SISTÊMICO

- Depende da mobilidade do alvo
- Requer maior espalhamento

SISTÊMICO

- Depósitos mais espessos
- Requer menor espalhamento

Com o intuito de trazer para a prática, vamos analisar o trabalho em [1] sobre o espectro de gotas, cobertura e a resposta do herbicida glifosato (sistêmico).



Estamos generalizando o tópico para esclarecer as diferenças que existem entre o que necessitamos da pulverização de acordo com o ingrediente ativo utilizado. **Cada caso é único e não há estudos suficientes** para compilarmos todas as informações e dizermos com total garantia qual o **melhor método para cada ingrediente ativo que possa vir a ser utilizado.**

[1] DROPLET SIZE AFFECTS GLYPHOSATE RETENTION, ABSORPTION, AND TRANSLOCATION IN CORN (PAUL FENG, TOMMY CHIU E JAN RYERSE)

A questão fica ainda mais **complexa quando temos que utilizar mais de um ativo**. Qual é a interação entre eles? **Quais são os processos de adjuvância mais importantes entregar?** Tudo isso são questões que demandam muitos **trabalhos em campo**.

Temos também a questão da **pulverização ser um processo dinâmico** (com movimento), dificultando análises simples. Por exemplo, os **siliconados aumentam a performance** de algumas aplicações por serem capazes de infiltrar através dos estômatos (devido a sua baixa tensão superficial [1]), porém, a **baixa da tensão superficial dinâmica também faz termos uma diminuição da retenção** (perda por escorrimento e a probabilidade de fragmentar as gotas aumenta muito [2]). Estamos sempre tendo que **buscar um equilíbrio para atingirmos melhores resultados**.

Com o intuito de termos exemplos práticos, vamos notar as diferenças entre três herbicidas usuais e a influência disso para o adjuvante que iremos utilizar.

	GLIFOSATO	HERBICIDAS GLUFOSINATO	CLETODIM
TIPO DE FORMULAÇÃO [3]	Concentrado Solúvel (SL)	Concentrado Solúvel (SL)	Concentrado Emulsionável (EC)
MODO DE AÇÃO [3]	Sistêmico não seletivo Absorvido pelas folhas, com rápida translocação	De contato, com alguma ação sistêmica (translocação limitada)	Sistêmico Ativo pouco móvel, permanecendo em grande parte na folha [4]
LogP [5]	-5,4 (Afinidade por água)	-4,0 (Afinidade por água)	4,21 (Afinidade por óleo)
FUNÇÃO ADJUVANTE* [6]	Molhante Condicionador de calda	Molhante Penetrante Condicionador de calda	Penetração cuticular

* - **A função adjuvante é aquela que o ingrediente ativo necessita para conseguir atingir o alvo e ter o efeito biológico**. Os fabricantes já colocam surfactantes com essas funções nas suas formulações, porém, nem sempre é possível entregar um produto com uma alta quantidade de ingrediente ativo e ingredientes inertes que propiciem os efeitos desejados.

[1] BASIC PRINCIPLES OF SELECTION OF ADJUVANTS IN AGROCHEMICAL FORMULATIONS - COLLOIDS IN AGROCHEMICALS (THARWAT F. TADROS)

[2] 'UNIVERSAL' SPRAY DROPLET ADHESION MODEL - ACCOUNTING FOR HAIRY LEAVES (J. NAIRN, W. FORSTER E R. VAN LEEUWEN)

[3] THE PESTICIDE MANUAL (TOMLIN)

[4] FORMULATION AND ADJUVANT EFFECTS ON UPTAKE AND TRANSLOCATION OF CLETHODIM IN BERMUDAGRASS (VIJAY NANDULA ET AL.)

[5] FAO SPECIFICATION

[6] SURFACTANTS IN AGRICULTURE (MARIANO CASTRO, CARLOS OJEDA E ALICIA CIRELLI)

02

TESTES NO CAMPO

02 TESTES NO CAMPO

AVALIAÇÃO DOS TESTES

De acordo com a teoria e os estudos vistos anteriormente, **vamos avaliar a utilidade dos testes de adjuvantes que costumam ser utilizados no campo para provar a qualidade do produto**. A classificação será dividida duas partes:

- A utilidade do teste em si;
- A utilidade desse teste para prever a performance da pulverização.

CLASSIFICAÇÃO DA UTILIDADE



Os testes utilizados no campo abrangem todos os processos gerais em que os adjuvantes impactam. Abaixo destaca-se os testes que serão avaliados e qual o seu objetivo.

CALDA DE APLICAÇÃO

1 TESTE DA GARRAFA
OBJETIVO: GERAÇÃO DE ESPUMA

2 TESTE DE MISTURA
OBJETIVO: COMPATIBILIDADE

MOVIMENTO DAS GOTAS: FORMAÇÃO DAS GOTAS, DEPOSIÇÃO E RETENÇÃO

3 TESTE DA FOLHA (OU DA GOTA)
OBJETIVO: ESPALHAMENTO

4 PAPÉIS HIDROSSENSÍVEIS
OBJETIVO: DENSIDADE DE GOTAS E COBERTURA

ABSORÇÃO E TRANSLOCAÇÃO DO AGROQUÍMICO

5 TESTE DO ISOPOR
OBJETIVO: CAPACIDADE DE PENETRAÇÃO

TESTE DA GARRAFA - GERAÇÃO DE ESPUMA

1. Colocar 1 L de água na garrafa PET de 2 L;
2. Fazer o preparo da calda, utilizando a quantidade apropriada dos produtos para 1 L de calda (com o adjuvante);
3. Com a garrafa fechada, agitá-la (em movimento no plano vertical) durante 30 vezes;
4. O objetivo é verificar a quantidade de espuma e o tempo de quebra dessa espuma.

UTILIDADE



EXCELENTE

UTILIDADE PARA PREVER
PERFORMANCE DA PULVERIZAÇÃO

POUCA



Este é um teste de alto stress para a criação de espuma. Ao agitar a garrafa o líquido colide e há muito ar envolvido, forçando a criação de espuma. Num tanque de pulverização não há tanto stress quanto o exposto neste teste. Dessa forma, o **ideal é verificar a persistência da espuma.** Ou seja, o quanto de espuma terá após 5 minutos. Um produto “matar” a espuma rapidamente só quer dizer que ele utiliza de mais aditivo para quebrar a espuma (o que nem sempre é ideal, já que isso pode gerar um excesso de espalhamento). Portanto, esse teste tem como conclusão: caso haja muita espuma formada e ela seja persistente, o ideal é a não aplicação dessa calda (a espuma atrapalha no processo de pulverização). **Caso não haja espuma persistente, a calda pode ser aplicada.**

MUITA ESPUMA E
ESPUMA PERSISTENTE (5 MIN)

NÃO APLICÁVEL

COM POUCA OU
SEM ESPUMA (5 MIN)

APLICÁVEL

TESTE DE MISTURA - COMPATIBILIDADE

1. Simular a calda que será utilizada na pulverização em uma escala menor;
2. O preparo da calda (componentes, ordem de mistura no tanque e volume da aplicação) devem ser iguais ao que será utilizado na aplicação. Apenas a escala será menor.

UTILIDADE

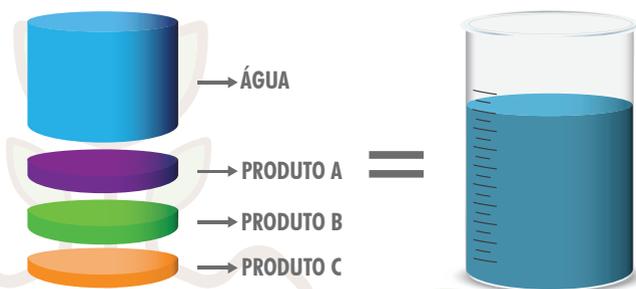


EXCELENTE

UTILIDADE PARA PREVER
PERFORMANCE DA PULVERIZAÇÃO



MÉDIA



A partir desse teste é possível verificar se ocorrerá alguma incompatibilidade física. **Caso ocorra, a calda não deve ser aplicada, pois irá entupir o equipamento e não atingir bons resultados na aplicação.** A ordem correta de adição dos produtos é conforme:

ORDEM	OBJETIVO OU TIPO DE FORMULAÇÃO	ORDEM	OBJETIVO OU TIPO DE FORMULAÇÃO
1	Adjuvante - Agente compatibilizante	5	Microemulsão (ME)
2	Pó Molhável (WP)	6	Concentrado Emulsionável (EC)
3	Grânulo Dispersível (WG)	7	Concentrado Solúvel (SL)
4	Suspensão Concentrada (SC)	8	Outro adjuvante

Caso não haja nenhuma incompatibilidade física, a calda pode ser aplicada. Cabe ressaltar que com isso **não há a garantia de uma aplicação bem-sucedida, já que com esse teste não é possível verificar alguma forma de incompatibilidade química que gere antagonismo ou fitotoxicidade.** O ideal é utilizar produtos que tenham sido testados por instituições de pesquisa ou pelo seu agrônomo de confiança.

TESTE DA FOLHA (OU DA GOTA) - ESPALHAMENTO

1. Num Becker colocar água + adjuvante
2. Pegar uma folha normalmente encontrada na lavoura;
3. Colocar uma gota na folha e averiguar a sua capacidade de espalhar.

UTILIDADE



MÉDIA

UTILIDADE PARA PREVER
PERFORMANCE DA PULVERIZAÇÃO

POUCA



PRODUTO A



PRODUTO B

Um dos componentes dos adjuvantes são os surfactantes (também chamado de tensoativos). Uma das funções básicas desses produtos é a **diminuição da tensão superficial do líquido**. Com uma menor tensão superficial consegue-se uma melhor umectação (molha-se mais facilmente o alvo). Com esse tipo de teste, **apenas teremos a reposta sobre o quanto o adjuvante utilizado é eficiente para diminuir a tensão superficial**.

Um produto é dito de qualidade quando a gota se espalha de forma rápida. O que pode ser um erro. Isso pode indicar possíveis **perdas por fragmentação no impacto das gotas**

e escorrimento durante a aplicação.

O grande problema desse teste é que ele é simples demais para trazer um resultado que seja útil para prever a performance da pulverização. Nos modelos matemáticos [1] utilizados para prever a retenção das gotas, **as variáveis da gota mais importantes são: velocidade (que está relacionado com o tamanho da gota) e tensão superficial no momento do impacto**. Dessa forma, o teste apenas **seria útil para prever a performance da pulverização se representasse uma gama mais ampla de gotas** com velocidades de impactos vistos em aplicações reais [2].

[1] 'UNIVERSAL' SPRAY DROPLET ADHESION MODEL - ACCOUNTING FOR HAIRY LEAVES (J. NAIRN, W. FORSTER E R. VAN LEEUWEN)

[2] SPRAY DROPLET IMPACTION OUTCOMES FOR DIFFERENT PLANT SPECIES AND SPRAY FORMULATIONS (MATHIEU MASSINON ET AL.)

PAPÉIS HIDROSSENSÍVEIS - DENSIDADE DE GOTAS E COBERTURA

1. Posicionar os papéis hidrossensíveis de acordo com a posição das folhas da cultura alvo (no alto, no meio e no baixo);
2. Realizar a pulverização e averiguar o resultado.

UTILIDADE



EXCELENTE

UTILIDADE PARA PREVER
PERFORMANCE DA PULVERIZAÇÃO

BOA

Saber o local que as gotas de pulverização devem atingir é o ponto inicial de qualquer aplicação. Avaliar se as gotas estão realmente atingindo o alvo não é trivial. **O teste com papéis hidrossensíveis serve exatamente para verificar se a eficiência de deposição das gotas nas configurações atuais está de acordo com o requerido pela aplicação.**

O ponto negativo desse teste é que, segundo [1], para gotas maiores que > 150 µm de diâmetro uma **alta retenção das gotas nos papéis hidrossensíveis não irá conferir uma alta retenção nas folhas**. A questão predominante aqui é a diferença da superfície entre os dois alvos.

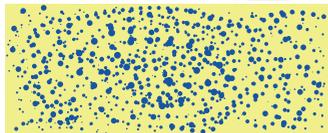
DENSIDADE DE GOTAS OU COBERTURA?

A densidade de gotas costuma ser muito utilizada na literatura, mas é um sistema de medição que não leva em conta o tamanho médio das gotas. **A porcentagem de cobertura é uma melhor forma de realizar a medição das gotas no papel hidrossensível**, conforme pode ser visto no exemplo abaixo:

Média (M)

VMD: 265 microns

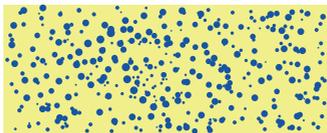
Cobertura: 20%

Densidade de gotas: 60 gotas/cm²

Grossa (C)

VMD: 400 microns

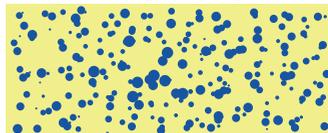
Cobertura: 20%

Densidade de gotas: 30 gotas/cm²

Muito grossa (VC)

VMD: 515 microns

Cobertura: 20%

Densidade de gotas: 15 gotas/cm²

Existe um aplicativo de celular desenvolvido pelo departamento de agricultura da Austrália que faz a leitura da porcentagem de cobertura através da foto do papel hidrossensível.

Versão para Android: bit.ly/android_cobertura - Versão para iPhone: bit.ly/iphone_cobertura

[1] EFFECT OF TARGET WETTABILITY ON SPRAY DROPLET ADHESION, RETENTION, SPREADING AND COVERAGE: ARTIFICIAL COLLECTORS VERSUS PLANT SURFACES (W. A. FORSTER ET AL.)

TESTE DO ISOPOR - CAPACIDADE DE PENETRAÇÃO

1. Num becker colocar água + adjuvante + corante;
2. Colocar uma gota (ou mais) dessa calda num isopor;
3. Cortar o isopor e averiguar a penetração do líquido.

UTILIDADE

UTILIDADE PARA PREVER
PERFORMANCE DA PULVERIZAÇÃO

Pense da seguinte forma: a folha, que é nosso alvo, tem características próprias e diferem de espécie para espécie. Qual é a semelhança de comportamento que podemos ter entre uma planta e um isopor? Nenhuma, não é mesmo? Um é um organismo vivo, enquanto o outro é 2% plástico (poliestireno) e 98% ar (oxigênio). Além do mais, **o isopor é dissolvido por solventes derivados de petróleo ou por D-Limoneno** (solvente natural retirado da casca de frutas cítricas). Assim, podemos ver o efeito na imagem à seguir.

Processo de redução do isopor por D-Limoneno



Dessa forma, qualquer produto que for dotado de um solvente capaz de dissolver o isopor irá se sair muito bem no teste. Só que isso **não tem utilidade para averiguarmos o potencial desse adjuvante como penetrante**. Infelizmente não há teste prático e rápido que nos garanta isso, apenas testes em laboratório ou estudos de campos realizados em centros de pesquisa.

02 TESTES NO CAMPO RECOMENDAÇÕES

Com base na discussão anterior, recomendamos a utilização dos **testes de geração de espuma e de compatibilidade como testes eliminatórios** (se der problema não aplicar) e **os papéis hidrossensíveis para averiguar se as gotas estão atingindo o alvo**.

TESTE DE FORMAÇÃO
DE ESPUMA

TESTE DE
COMPATIBILIDADE

PAPÉIS
HIDROSSENSÍVEIS

■ Testes eliminatórios ■ Teste qualitativo

Testes iniciais sobre as questões técnicas do produto (quais propriedades são alteradas e de que forma isso influencia na pulverização) costumam ser realizados pela indústria de surfactantes. É através de todos esses estudos que os fornecedores desses materiais posicionam o seu produto para o mercado agrícola. **Cabe as empresas que desenvolvem adjuvantes utilizar de toda essa gama de tecnologia e formular um produto que aumente a performance dos pesticidas.**

Dessa forma, o **mais importante para o produtor garantir uma boa aplicação é comprar produtos de empresas que consigam demonstrar a qualidade dos seus produtos através de testes agrônômicos.** A **Gran AGRO** acredita que a fórmula do sucesso é: **conhecimento técnico e prático, além das pesquisas no campo para trazer resultados para o produtor.**

A FÓRMULA
DO SUCESSO





GRAN AGRO, A SUA PARCEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO
DE UMA AGRICULTURA DE PONTA



WWW.GRANAGRO.COM.BR

WWW.GRANAGRO.COM.BR

MANTENHA CONTATO

Gran AGRO
Rua Independência, 343
Bairro 25 de Julho
Ivoti/RS
93900-000
+55 (51) 3563 3157

granagro@granagro.com.br
www.granagro.com.br

