

# Lo que debes saber de las mezclas de los productos fitosanitarios o plaguicidas

Presentado por: **Ing. Agr. Jorgelina Lezaun**  
Agribusiness & Marketing Consultant  
[jorgelina.lezaun@gmail.com](mailto:jorgelina.lezaun@gmail.com)

Octubre 2024

La mayoría de los productos fitosanitarios están diseñados para diluirse en agua -como vehículo- y ser usados o pulverizados solos, pero se mezclan para alcanzar distintos objetivos como:

- Aumentar el espectro de acción (control de gramíneas y latifoliadas)
- Lograr mayor residualidad
- Optimizar la eficacia dada la potenciación o sinergia entre los componentes de la mezcla
- Disminuir los costos haciendo la aplicación simultánea de herbicidas, insecticidas y/o fungicidas
- Minimizar la aparición de resistencias
- Evitar la compactación o efectos negativos sobre el suelo
- Simplificar la operación

La diversidad de formulaciones de los productos fitosanitarios requiere diferente manejo y necesidad de agitado dentro del caldo de aspersión, como también hay compatibilidad diferencial entre los componentes de la mezcla.

Las variables al momento de combinarlos generan diferentes situaciones en las que los productos no siempre resultan compatibles para mezclar.

Existen estadísticas en que el factor **“errores en la mezcla” constituye el 33% de las fallas de la aplicación** (R. Wolff, 2001).

Los factores que influyen en la pérdida de eficacia pueden ser:

- Antagonismo entre principios activos incorporados a la mezcla
- Pérdida de estabilidad de la formulación (una emulsión)
- Mala agitación
- Orden de adición incorrecto
- Condiciones ambientales

Los resultados de la “mezcla” que afectan la eficacia del control pueden ser:

## POSITIVOS

1. Efecto aditivo: que cada compuesto cumpla y “sume” su función.
2. Potenciación del efecto de ambos componentes (mezcla de fosforados con piretroides). Sinergia.

## NEGATIVOS

1. Disminución de actividad biológica por parte del conjunto.
2. Alguno de sus componentes que determine fitotoxicidad.
3. Menor eficiencia de control de alguno de los componentes.
4. Inactividad del principio activo.
5. Incompatibilidades de tipo físico, químico o biológico:
  - a. Incompatibilidad física por sedimentación, formación de geles, cristalización, floculación, etc. **Mezcla impropia, mala agitación, aparición de grumos, separación de fases.**
  - b. Incompatibilidad química: antagonismo y sinergismo que pueden dañar el cultivo u organismos beneficiosos, desprendimiento de gases, calor, vapores.

El **orden para hacer las mezclas** en el tanque **depende de la formulación** y NO del tipo de producto (herbicida, fungicida o insecticida). Para lograr la eficacia de la mezcla es necesario respetar un orden que asegure en primer lugar la disolución de lo soluble.

Cabe destacar que los solubles (líquido, granulado o polvo) no se separan en fases y no necesitan agitación por lo cual siempre van primeros, después de los acondicionadores del agua si se necesitan.

## El correcto orden de mezclado es:

ORDEN	FORMULACIÓN
1	Secuestrante y/o corrector de PH si es necesario
2	Tensoactivo (o surfactante) si es necesario
3	Líquidos solubles (LS)
4	Polvo soluble (PS) / Gránulos dispersables (WG) (antes humectados por separado)
5	Líquido emulsionable (CE)
6	Polvo mojable (WP)
7	Líquido floable (LF)

**Soluciones estables**

**Necesitan mayor cantidad de agua para disolverse**

La prueba de compatibilidad es la mejor herramienta para decidir el orden de mezclado de distintos agroquímicos, dado que existen gran cantidad de formulaciones con diferentes características y calidad comercial. Además, no siempre se conoce la calidad del agua (sales,

dureza, PH), las condiciones ambientales como la temperatura y la eficiencia de funcionamiento del sistema de agitación del pulverizador que tendrán influencia en los resultados de la aplicación.

Es conveniente hacer una prueba de compatibilidad en pequeña escala y ensayar el orden para la incorporación de los plaguicidas al tanque. La prueba debe ser realizada respetando la proporción de productos que se usará a campo, condiciones del agua y ambientales en que se hará la aplicación. Se debe tener presente que lo "soluble" no se divide en fases por lo cual se incorpora primero en la prueba.

Cabe destacar que en las **etiquetas** sólo se menciona el principio activo, y la información sobre mezclas es escasa por lo cual es difícil estimar el resultado de una mezcla.

El fabricante garantiza el producto usado sólo o para las mezclas que detalle en el marbete (o etiqueta) y aclara las incompatibilidades conocidas.

## Prueba de compatibilidad

1. En un recipiente (preferentemente de vidrio), se hace una mezcla, que guarde exactamente la misma proporción de cada uno de los componentes en que se hará la aplicación.
2. Se procede agregando un producto por vez en 100cc de agua, se remueve y se completa con agua hasta 200 cc. Después agitar invirtiendo el envase cerrado hasta 10 veces, observar y observar ¿? nuevamente a los 30 minutos.
3. Las recomendaciones surgirán en función del resultado:

Slide

### RESULTADO

### RECOMENDACIONES

Mezcla que se mantiene homogénea

Solo hay homogeneidad con coadyuvante

Solo hay homogeneidad (con o sin coadyuvante) y con agitación

La mezcla se separa en fases

**USAR**

**USAR**

**USAR CON BUEN SISTEMA DE AGITACIÓN**

**NO USAR**

## Tipos de mezcla

Los resultados de la prueba de compatibilidad permiten diferenciar claramente los tipos de mezcla.

1. **Mezcla Compatible:** es una mezcla suave. Sin fases diferenciadas. Si existe algún sedimento leve, al agitar se disuelve de manera inmediata. Los productos se pueden utilizar de manera conjunta.
2. **Mezcla Incompatible:** presenta aspecto grumoso o floculoso. Si se agita, los componentes no se disuelven, o vuelven a separarse inmediatamente.

En algunas ocasiones se puede detectar “desprendimiento” de calor, lo que es una señal inequívoca de reacciones químicas entre los componentes. **En este caso no puede siquiera intentarse el uso de compatibilizantes.**

Las condiciones predisponentes a la “incompatibilidad” de una mezcla son:

- a. Bajo volumen de agua (mayor concentración)
- b. Aguas duras (afectan el emulsionante)
- c. Baja temperatura (baja velocidad de reacción)
- d. Orden de mezclado (prueba de compatibilidad)
- e. Rápido vertido del plaguicida (poco tiempo para disolverse)
- f. No esperar a que se disuelva un plaguicida y agregar otro
- g. Pobre agitación (poco retorno o mal ubicado)

Además, se debe considerar que la operatoria de carga es un factor que aporta al agravamiento de los problemas de las mezclas, ya que muchas veces mezclan en el recipiente de carga dos o más productos puros.

Las formulaciones emulsionables y suspensiones además requieren un buen sistema de agitación, y normalmente los equipos dependen de un sistema hidráulico de retorno para ejercer dicha función que no siempre está bien diseñado y dimensionado.

Por otro lado, las mezclas de distintas formulaciones, con distintos requerimientos enfatizan la necesidad de aportar mecánicamente a la homogenización del caldo de aspersión.

## IMPORTANTE

respetar siempre el orden de mezcla especialmente cuando se trabaja con poca dilución (aplicación aérea)



## Consideraciones generales

**NUNCA** Mezclar productos puros entre si (excepción CE en aceite y lentamente ej.BVO)

**NUNCA** Mezclar micro encapsulado ni CE con gasoil o aceite (disuelve la microcápsula)

**NUNCA** Premezclar un CE

**SIEMPRE** Premezclar los PM

**SIEMPRE** Agitar antes de usar los FL

**SIEMPRE** Preparar la mezcla los más próximo posible a su utilización (destrucción por hidrólisis)

## Coadyuvantes, adyuvantes o aditivos

“Un coadyuvante es cualquier sustancia agregada al tanque de la pulverizadora en forma separada de la formulación del pesticida, a fin de mejorar el rendimiento del mismo” (J. Witt 2012)

Las formulaciones presentan ingredientes inactivos que se utilizan para adecuar al ingrediente activo de la formulación mejorando la actividad del producto o para facilitar el proceso de aplicación.

Muchos de ellos son comercializados independientemente con funciones diferentes: anti-espuma, correctores de pH, anti-deriva, tensioactivos, emulsificantes, penetrantes, compatibilizantes, etc.

Los adyuvantes pueden mejorar el desempeño del producto al:

1. Proporcionar un mecanismo de entrega más eficiente de los ingredientes activos
2. Reducir el nivel de ingrediente activo requerido
3. Extender el espectro de efectividad
4. Reemplazar ingredientes activos de alto valor o alta toxicidad con surfactantes de menor valor

Según su efecto principal de acción los coadyuvantes se pueden clasificar en:

<b>1. Activadores</b>	1. Tensioactivos/Surfactantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No iónicos</li> <li>• Catiónicos</li> <li>• Aniónicos</li> <li>• Anfóteros</li> <li>• Siliconados</li> </ul>
	2. Penetrantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceites minerales</li> <li>• Aceites vegetales</li> </ul>
	3. Adherentes	
<b>2. Utilitarios</b>	1. Correctores de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acidificantes</li> <li>• Secuestrantes</li> <li>• Buffers</li> </ul>
	2. Antiderivantes	
	3. Compatibilizantes	

## 1. Activadores con acción sobre la superficie foliar

**1.1 Tensioactivos - Surfactantes** su función es disminuir la tensión superficial del agua que actúa como diluyente del agroquímico. También funcionan como emulsionantes del aceite en el agua. Su uso tiene como objetivo lograr el mejor contacto entre el producto y la hoja (menor ángulo de contacto entre ambos) por disminuir la tensión superficial.

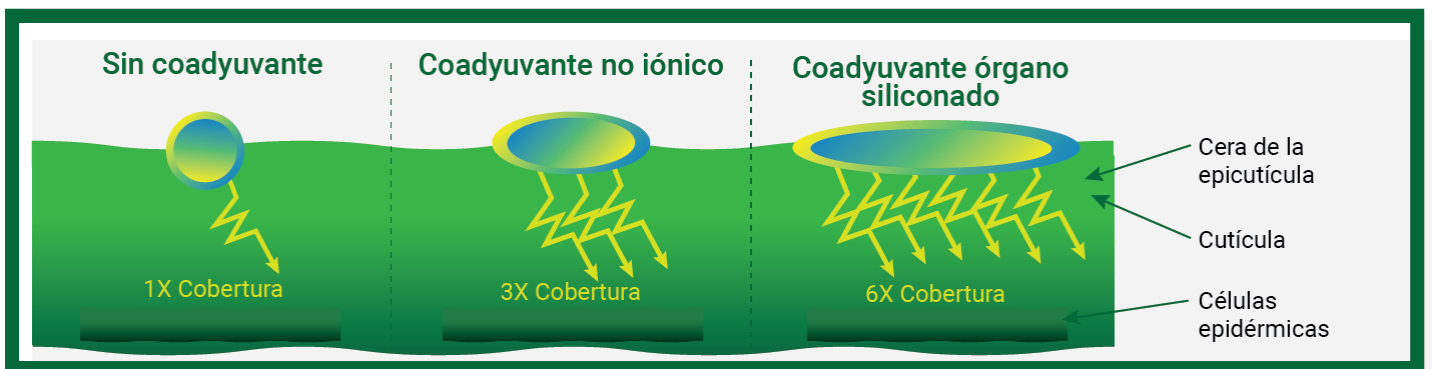


Gráfico 1: efectos sobre superficie foliar de distintos tensioactivos.

Fuente: **INTA**

En las etiquetas puede hacerse referencia a "penetrante" dado que la mayor superficie de contacto puede permitir mayor penetración del producto. Así como mayor contacto con la hoja determina la acción "humectante". Según Hartzler (2001), los tensioactivos agregados al caldo de dispersión optimizan el control por acción herbicida porque a mayor cantidad de gotas hay mayor contacto con la superficie foliar, pero hasta cierto punto 0,5% porque después según experiencias el exceso hace que escurra el agua arrastrando producto y esto produciría ineficacia en el control además de un costo innecesario.

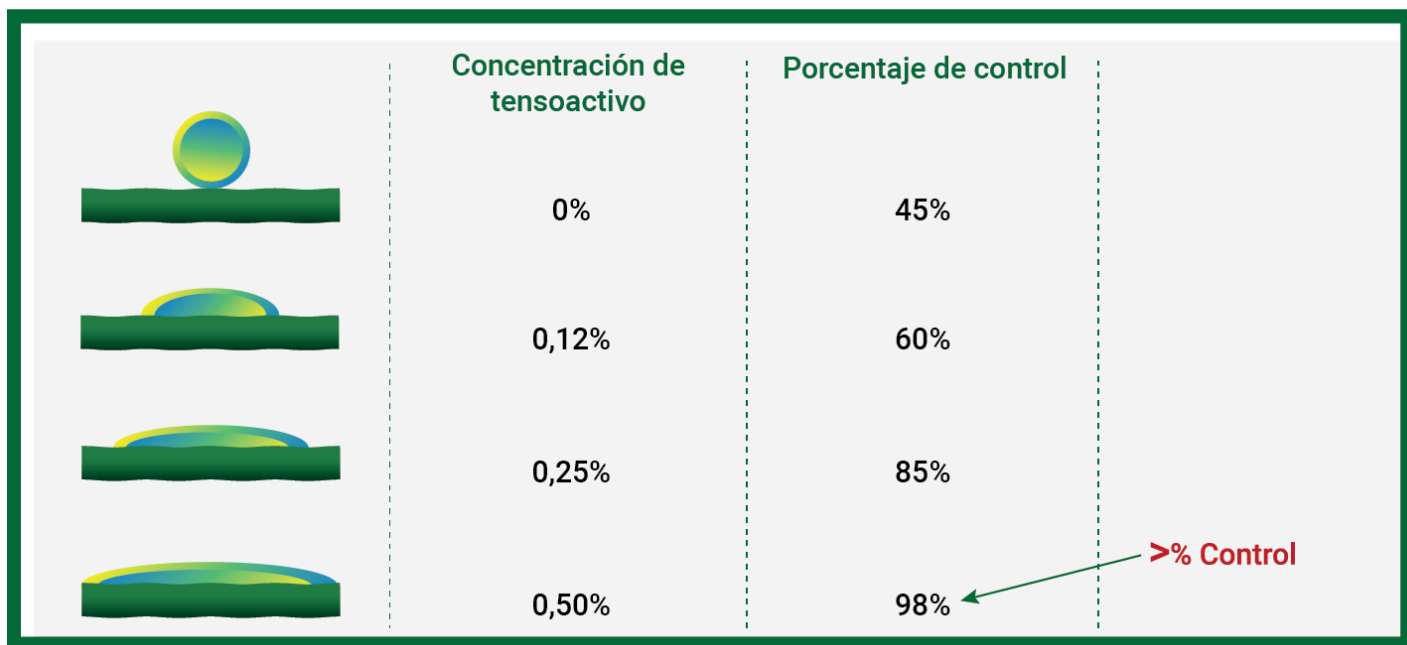


Gráfico 2: efectividad de control de malezas por efecto del tensoactivo  
Fuente: **INTA** (Hartzler 2001)

Los tensoactivos están compuestos por una molécula que consta de un sector hidrofóbico (cadena lipofílica y apolar) y otro sector hidrofílico (polar).

Esta estructura molecular permite que se disuelvan los aceites/grasas en agua y viceversa. Es decir, se forma una "emulsión" a partir de 2 líquidos inmiscibles que están uno en fase dispersa (agua) y otro en fase continua (grasas/aceites).

Los surfactantes convencionales poseen una masa de 200-300 unidades de masa molecular (uma).

Según su capacidad para ionizarse en medio acuoso se clasifican en:

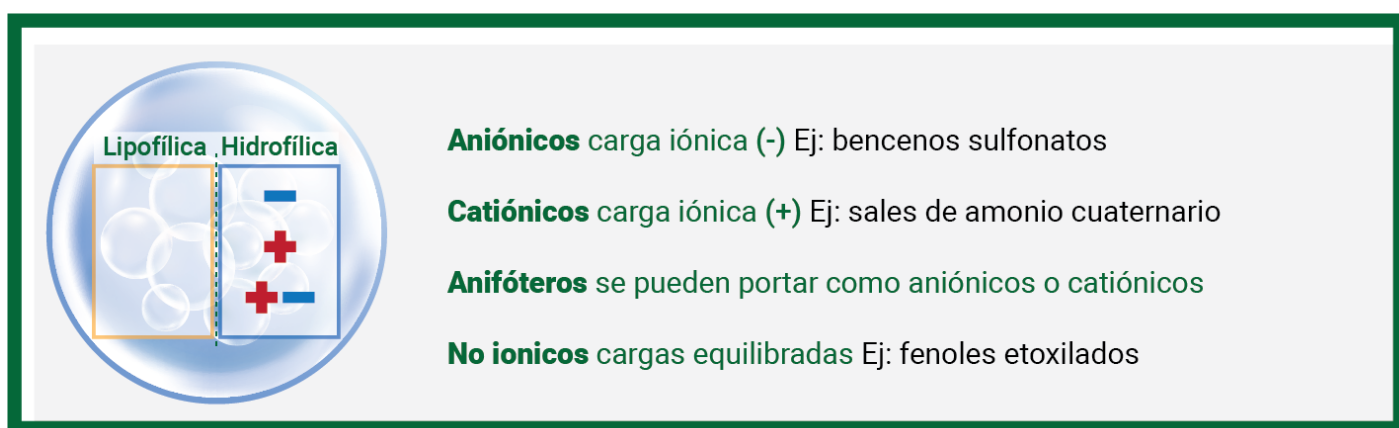


Gráfico 3: Molécula de surfactante

**Siliconados** cuya ventaja es que a baja dosis se alcanza la disminución de la tensión superficial por su mejor ubicación en la hoja. Están compuestos por sílice y silicona. El sector hidrofóbico es el cuerpo siliconado y los dientes de óxido de etileno son el sector hidrofílico.

**Los tensoactivos tienen un papel clave en la aplicación de productos de contacto. En algunos sistémicos -que actúan por translocación floemática- también pueden contribuir a mejorar su funcionamiento.**

**Penetrantes** su función lograr que los **productos sistémicos entren en las membranas de la superficie foliar para translocarse**. Esto se consigue por una mayor persistencia en la hoja o bien por su capacidad para disolver cutículas y sustancias cerosas.

Las capas de cera, cutinas y pectinas de la cutícula foliar son la principal barrera a la acción del producto fitosanitario. Las ceras son lipofílicas por lo cual impiden la pérdida de agua hacia el exterior y a la vez funcionan como barrera de ingreso de productos hidrofílicos. Las capas de pectinas son más hidrofílicas funcionan como una barrera para los herbicidas lipofílicos por esto tienen importancia los penetrantes.

Los penetrantes tienen la función de alterar la membrana celular y disolver la capa de cera de las hojas. Se debe aplicar la dosis recomendada ya que un exceso puede provocar fitotoxicidad o daños en la planta. En productos que actúan por contacto no tiene mayor sentido su uso.

Además, los penetrantes ayudan con las variaciones de temperatura se ha comprobado una carencia de absorción a bajas temperaturas (Baur et al 1999). Los penetrantes pueden ser:

1. **Aceites minerales** son derivados del petróleo
2. **Aceites vegetales** de soja, girasol o algodón, tienen 15-20% de tensioactivos, pero son menos fitotóxicos y más degradables que los minerales. La lecitina de soja es la menos fitotóxica porque las membranas celulares se “reordenan” con la aplicación y después vuelven a su situación original. Esta característica amplía su direccionamiento de uso hacia los fungicidas y herbicidas sistémicos.

<b>Tipo</b>	<b>Tensioactivos + emulsionantes</b>	<b>Fitotoxicidad</b>
Agrícolas	2-5%	Baja
Concentrados	15-20%	Moderada

**Los aceites tanto minerales como vegetales cumplen funciones como antievaporante.**

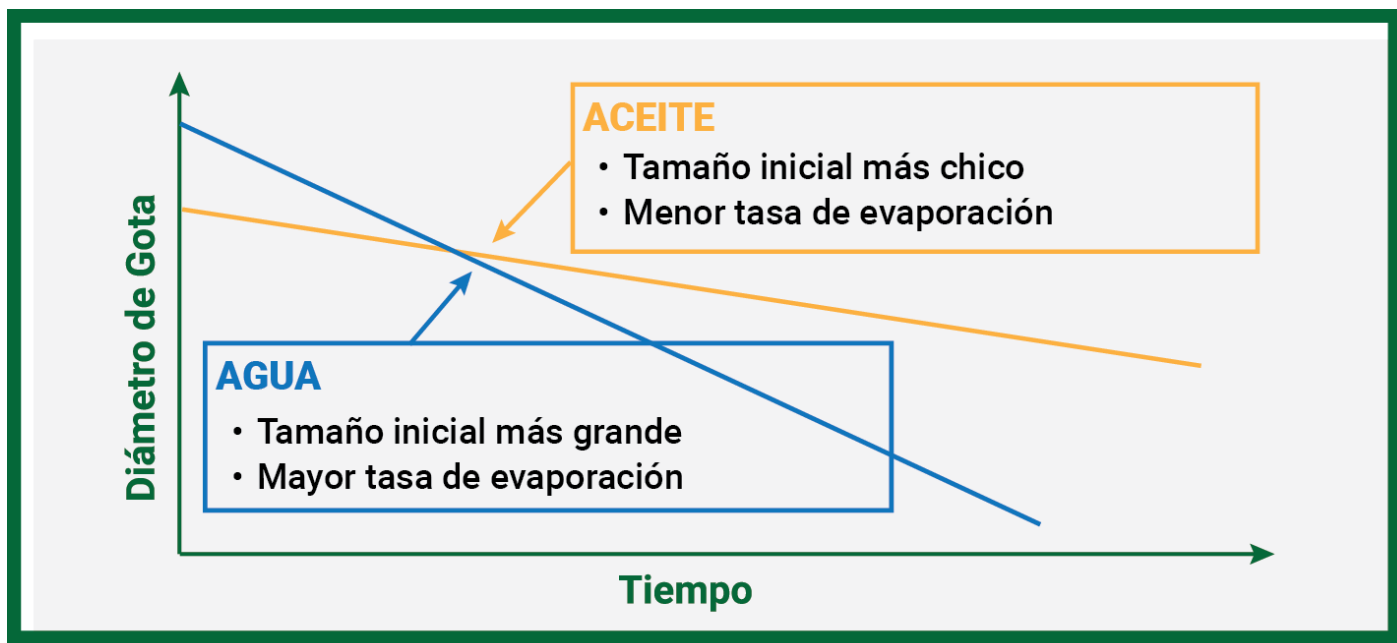


Gráfico 4: Evaporación en función del tiempo de agua y aceite  
Fuente: **INTA** (Ing Leiva)

En un medio oleoso a igual pastilla y presión en la aplicación, las gotas son más chicas (que en un medio acuoso) por menor tensión superficial del aceite, pero como el aceite tarda más tiempo en evaporarse, las gotas de agua de mayor tamaño inicial, disminuyen su tamaño.

Por este motivo se recomienda **no usar aceite como antievaporante si la Humedad relativa (HR) del ambiente es >60%**. En aplicaciones aéreas las dosis deben ser mayores a las terrestres.

**Adherentes** su función es "pegar" el producto a la hoja. Son látex, resinas, polímeros plásticos con adhesividad. Su uso es frecuente en zonas tropicales, con frecuentes lluvias torrenciales que puedan "lavar o arrastrar el producto.

## 2. Utilitarios o de propósitos específicos

**2.1 Correctores del PH** sirven para asegurar la efectividad de un producto fitosanitario ante condiciones de agua adversas:

1. **PH elevado (alcalinas):** se combina con los agroquímicos, se produce hidrólisis alcalina en grupos oxidrilo y se pierde efectividad. A mayor temperatura y PH del agua el proceso se acelera.
  2. **Presencia de sales (aguas duras):** Si las sales son abundantes se combinan con los agroquímicos produciendo compuestos de difícil absorción.
2. Por ambas razones se hace necesario corregir esa situación bajando la alcalinidad (disminuir el PH) es decir acidificando el medio y/o eliminando o secuestrando cationes.

Las dosis de correctores dependen de la alcalinidad y contenido de sales. Se utilizan normalmente ácido fosfórico, o soluciones buffer que tienen a mantener un rango óptimo de PH. Como secuestrantes se usan ácido orto fosfórico, ortofosfatos, hidroxietanos etc.

De todos modos, es conveniente hacer un análisis de agua antes de tomar decisiones en cuanto a correctores.

**2.2 Antiderivantes** la deriva depende del tamaño de gotas que están expuestas a condiciones ambientales evaporación y traslado por el viento.

2. **Todo lo que aumente la densidad del líquido disminuye las gotas pequeñas de pulverizado. Cuando aumenta el diámetro volumétrico de la gota, disminuye la deriva.**

La variación de la densidad del líquido afecta el caudal de las pastillas a una presión dada, siendo menor cuanto mayor es la densidad.




Un factor importante que considerar es la solubilidad del antiderivante en agua porque puede afectar boquillas.

Ambos efectos deben tenerse en cuenta a la hora de utilizar productos con densidad diferente al agua como fertilizantes líquidos.

**2.3 Compatibilizantes** se utilizan para mezclar dos productos que de no mediar el coadyuvante no podrían usarse en forma conjunta. En caso de dos productos no compatibles -que es necesario mezclarlos con compatibilizantes- no deben utilizarse a campo por el usuario, solo proceder en laboratorio o formuladores para que los principios activos garanticen su eficacia y evitar peligros.

## Anexos

**1-Resumen de formulaciones:** Fuente: INTA Pergamino Ing. Agr. P. D. LEIVA - Nov 2013

Tipo de Formulación	Propiedades	Fases	Sistema	Ejemplos
Transparente - Inolora	<p><b>SOLUCIÓN</b></p> 	<p>1 fase Líquido/sólido + agua (no existen superficies de separación entre ellos y el agua.)</p>	<p>HOMOGENEO NO necesita AGITACION iguales propiedades físicas y químicas en toda la masa. (sal o azúcar diluidos en agua)</p>	<p>Glifosato y tensioactivos</p>
<p>Ámbar y disuelto Blanco lechoso con olor (por el solvente orgánico) una vez disueltas en agua toman un color blanquecino</p>	<p><b>EMULSIÓN</b></p> 	<p>2 fases Líquido suspendido + líquido. (dos fases 1 continua+ 1 discontinua), separadas una de otras por sup. de discontinuidad) (cada fase tiene iguales propiedades físicas y químicas) (ej la leche, constituida por el suero (fase continua) y la crema (fase discontinua))</p>	<p>HETEROGENEO Necesita AGITACION Porque las emulsiones pueden espontáneamente separarse en fases</p>	<p>Insecticidas emulsionables (CE), (clorpirifós)</p>
<p>semilíquida blanca e inodora, que conserva dicho color una vez diluida en agua</p>	<p><b>SUSPENSIÓN</b></p> 	<p>2 fases Partículas sólidas suspendidas en un líquido (cada fase tiene distintas propiedades físicas y químicas) (ej tinta china (negro de humo y agua).)</p>	<p>HETEROGENEO Necesita AGITACION para homogeneizar la suspensión dentro del envase (agitado manual previo a la carga), y también para mantener su estabilidad una vez disuelta la formulación en agua</p>	<p>funguicidas mezcla (estrobirulina y triazol)</p>

## 2-Comparación de formulaciones:

Slide

### FORMULACIÓN

Polvo mojable  
Floable / Granulos de dispersión por agua  
Polvos solubles

Concentrados emulsionables

Floables  
Soluciones  
Polvos solubles

Granulos y pellets

Microencapsuladas

**PROBLEMA DE MEZCLA**

Inhalación de polvo

Mínimo

Inhalación de polvo  
Derrames y salpicaduras  
Derrames y salpicaduras  
Derrames y salpicaduras  
Severos peligros por inhalación  
Mínimo

Derrames y salpicaduras

**FITOTOXICIDAD**

No

No

Poco probable

Posible  
Posible  
No  
No

No

No

**EFEECTO EN EQUIPO DE APLICACIÓN**

Abrasivo

Abrasivo

No abrasivo

Afecta goma y bomba  
Afecta goma y bomba  
No abrasivo

**AGITACIÓN REQUERIDA**

Si

Si

No

Si

Si
No
Si
No
No
<b>RESIDUO VISIBLE</b>
Si
Si
un poco
No
Si
No
Si
No
Si
<b>COMPATIBILIDAD CON OTRAS FORMULACIONES</b>
Altamente
Buena
Regular
Regular
Regular
Regular
Regular
Regular

**Fuentes:**

- Inta-Buenas Prácticas para la aplicación de fitosanitarios / Brambilla V. Gómez Hermida M. Bogliani
- Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) 1992- Consecuencias sanitarias del empleo de Plaguicidas en la Agricultura. Ginebra. Suiza – 128 pp.
- Manual De Aplicadores SENASA Argentina
- INTA Aplicación eficiente de fitosanitarios
- Manual FAO Elaboración de plaguicidas
- CASAFE Manual de Uso Responsable de Productos Fitosanitarios 2020
- INTA Pergamino Formulación de plaguicidas Ing. Agr. Pedro Daniel LEIVA Nov 2013
- INTA Pergamino Mezclas de Tanque y Pruebas de compatibilidad Ing. Agr. Pedro Daniel LEIVA
- Universidad del Comahue Argentina Formulaciones Prof.H.U Gentile
- Formulaciones y mezclas de productos fitosanitarios en agricultura ris ristóbal colón auría ingeniero químico iqs
- Revista Chacra Nota 10787 Mezcla de productos fitosanitarios
- Boletín de Divulgación N°41 ISSN 0328-3380 Guía para el uso adecuado de plaguicidas y la correcta disposición de sus envases Ing. Agr. Fanny Martens INTA - Agencia de Extensión Rural Tandil
- Calidad de agua y mezclas de productos fitosanitarios 2015 Ing. Agr. (M.Sc.) Juan P. Renzi

