

CAPÍTULO 9: COADYUVANTES

1. Introducción.

En cualquier formulado de un agroquímico existen los siguientes componentes:

- Ingrediente Activo (IA): es la sustancia con propiedades pesticidas.
- Inertes: son sustancias que no reaccionan con el IA, pero permiten aumentar su volumen a fin de poder controlar correctamente la dosificación.
- Aditivos: tampoco reaccionan con el IA, pero cumplen funciones específicas (colorantes, eméticos, repulsivos, odorizantes, etc.)
- Coadyuvantes (o simplemente adyuvantes): se adicionan al formulado con el fin de mejorar la actividad de los agroquímicos o de facilitar su aplicación a través de las características del “spray” o de la solución.

Muchos de esos coadyuvantes pueden adicionarse, posteriormente, al tanque de la pulverizadora al preparar el caldo de aplicación. Son estos los que nos interesan particularmente. Por lo tanto, vamos a aceptar como válida la siguiente definición:

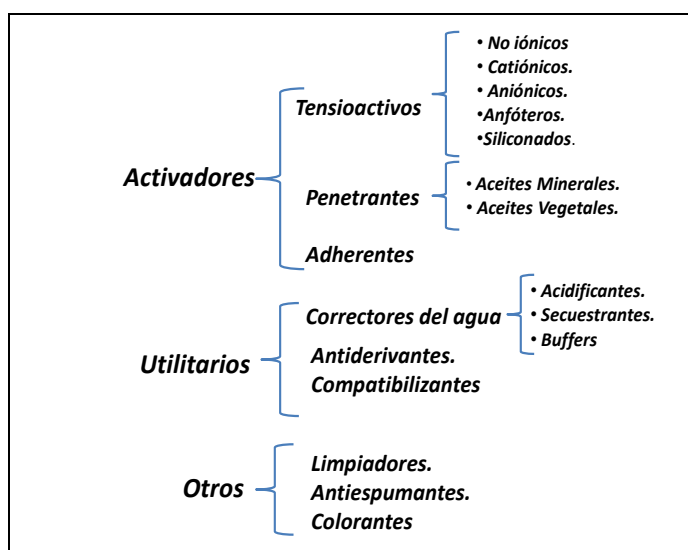
“Un coadyuvante es cualquier sustancia agregada al tanque de la pulverizadora, en forma separada de la formulación del pesticida, a fin de mejorar el rendimiento del mismo”. (James Witt – 2012)

Otra definición:

“Coadyuvante es una sustancia agregada al caldo de pulverización para ayudar o modificar la acción de un agroquímico, o las características físicas de la mezcla”. ASTM – 1998.

2. Clasificación de los coadyuvantes.

En principio cabe aclarar que cualquier clasificación, y muy especialmente ésta en particular, puede ser objetable. Ello es así dado que los diferentes productos pueden no cumplir con una sola función o finalidad, con lo cual el encuadre puede ser subjetivo. De todas maneras, y teniendo en cuenta la gran confusión existente en nuestro medio en cuanto a las diferentes características de los coadyuvantes, los clasificaremos, teniendo como base su efecto principal, tratando de aportar algo de orden en el tema.



Cuadro N° 1: Clasificación de los coadyuvantes

En relación con el grupo “Otros” queda claro que, en realidad, no se trata de coadyuvantes en el sentido estricto de la palabra, ya que se trata de productos que no ajustan en la definición dada, ya que ni modifican ni ayudan a la pulverización. Pero, dado que usualmente siguen canales de comercialización similares, los hemos incluido en la clasificación.

3. Coadyuvantes activadores (con acción sobre la superficie foliar).

3.1. Tensioactivos:

La función de los tensioactivos es disminuir la tensión superficial del agua que actúa como diluyente del agroquímico. Operan también como emulsionantes de los aceites en el agua. Un término sinónimo es “surfactante” (de **surface action agent**: agente de acción superficial).

La tensión superficial es la fuerza contráctil que se genera sobre una superficie y la interfase de un líquido. Normalmente es el agua el líquido con mayor tensión superficial con un valor de 73-74 dinas/cm². La superficie del líquido se comporta como si estuviera recubierta de una delgada película elástica.

Algunos ejemplos de los efectos cotidianos de la acción de la tensión superficial son los siguientes:

- Un vaso que no rebalsa a pesar de que el líquido supera el nivel de su línea superior.
- Un insecto que puede caminar sobre el agua.
- Una gota que queda pendiendo de la salida de la canilla.
- Una aguja o alfiler de acero que no se hunde en el agua.

En el caso que nos ocupa, se busca que en una aplicación de agroquímicos, las gotitas producidas tomen el mayor contacto posible con la superficie de las hojas, al disminuir su tensión superficial, lo que se traduce en un menor ángulo de contacto con la superficie foliar tal como lo muestra la figura N° 1.

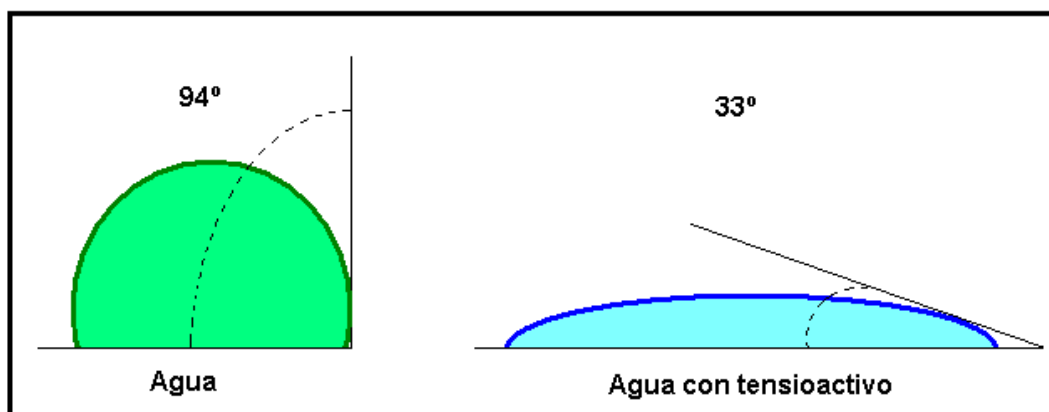


Figura N° 1: Acción de los tensioactivos.

En la figura N° 2 se muestra el mismo efecto para tres situaciones diferentes: agua solamente, agua y tensioactivos no iónicos, y agua y tensioactivo siliconado, con mayor capacidad para disminuir la tensión superficial

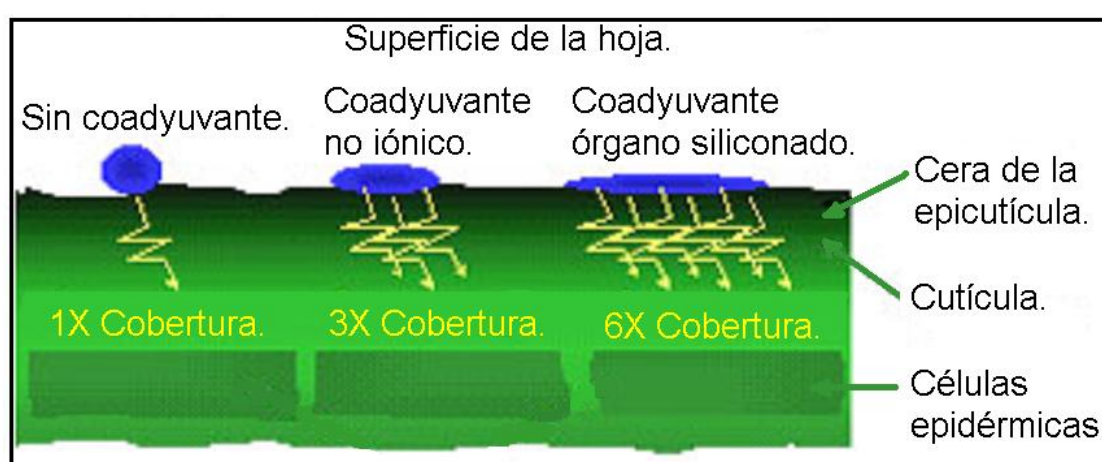


Figura N° 2: Aumento de la superficie de contacto por los tensioactivos

La mayor superficie de contacto de las gotas con la superficie foliar puede inducir una mayor penetración del agroquímico en la planta (aunque no necesariamente es así). Por ello en el caso de los tensioactivos, muchas veces la etiqueta indica que el producto es un “penetrante”.

Las etiquetas también suelen indicar, en estos casos, que el producto es un “humectante”, ya que se logra un mejor mojado de la superficie foliar. En la figura N° 3 puede apreciarse como, en algunos casos, el agregado de tensioactivo puede mejorar notablemente la deposición del producto sobre las hojas. En la foto de la derecha, con surfactante, se puede apreciar perfectamente dicho efecto comparado con la foto de la izquierda (sin tensioactivo)



Figura N° 3: Efecto humectante de un tensioactivo siliconado sobre hojas de citrus. Fuente: Alibaba Products

	Concentración de tensioactivo	Porcentaje de control
	0%	45%
	0,12%	60%
	0,25%	85%
	0,50%	98%

Figura N° 4: Incremento del control de malezas a causa de un tensioactivo - Fuente: Hartzler, 2001.

La figura N° 4 muestra como, según el autor, el incremento de tensioactivo en un caldo de pulverización aumenta el contacto de las gotas con la superficie foliar, acrecentándose la efectividad del herbicida. Pero a una concentración del 0,50% de producto ya se logra la mayor eficiencia (medio litro de tensioactivo en 100 L de agua para este ejemplo). Por lo tanto, llega un punto en que no tiene sentido incrementar la concentración de surfactante. Además, algunas experiencias indican que su exceso puede producir que el agua escurra excesivamente sobre las hojas con pérdidas de agroquímico.

Los tensioactivos, también pueden mejorar la performance de los agroquímicos sobre plantas muy pubescentes, logrando una mejor retención del fitosanitario.

Un error relativamente común, es pretender utilizar tensioactivos de uso doméstico (jabones o detergentes) como coadyuvantes agrícolas. En este caso normalmente no se produce ninguna mejora y, además, suelen generarse grandes cantidades de espuma en el tanque, lo que complica la aplicación.

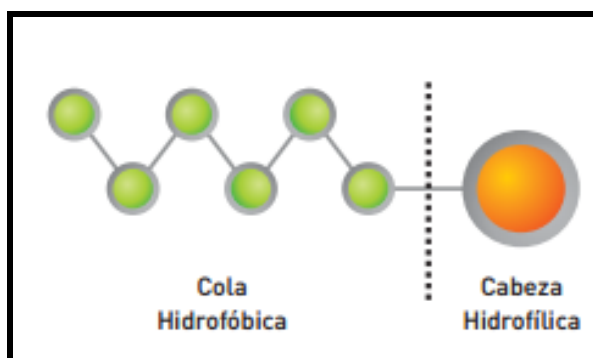


Figura N° 5: Esquema de una molécula de tensioactivo. Fuente: Laboratorios Nova

Todos los tensioactivos están compuestos por moléculas largas, con un sector hidrofóbico - cadena lipofílica, apolar - y un sector hidrofílico, polar (Figura N° 5). Ello les permite “disolver” los aceites y grasas en agua y viceversa. En realidad, lo que logran es una emulsión, que es una mezcla de dos líquidos inmiscibles (que no se pueden mezclar – típicamente agua y aceite) de manera más o menos homogénea. Un líquido, **la fase dispersa**, es dispersado en otro, la **fase continua**.

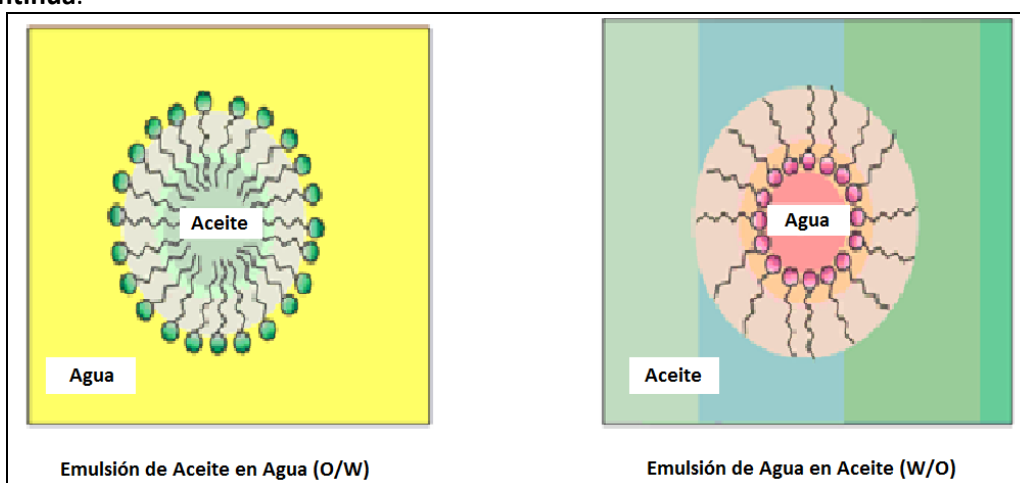


Figura N° 6: Emulsiones directas e inversas. Fuente: www.sistemahlb.blogspot.com.ar

Así, existen básicamente dos tipos de emulsiones líquidas: las llamadas directas, donde la fase continua es el agua y la dispersa el aceite (O/W – Oil in Water) y las emulsiones inversas (W/O – Water in Oil).

Una característica muy importante de los tensioactivos, en su función como emulsionante, es el denominado “Balance Hidrofílo-Lipófilo”- BHL, (es decir el balance del tamaño y fuerza de los grupos hidrofílicos (polar o afín al agua) y lipofílico (no polar y no afín al agua). Así, dependiendo del tipo de emulsión que se desea lograr, se obtendrán diferentes resultados según el tensioactivo utilizado, ya que algunos se adecuarán mejor que otros, en función de su BHL.

Los surfactantes convencionales poseen una masa molecular elevada, de 200 – 300 umas (unidad de masa molecular) y según su capacidad para ionizarse en un medio acuoso, se clasifican en diferentes grupos:

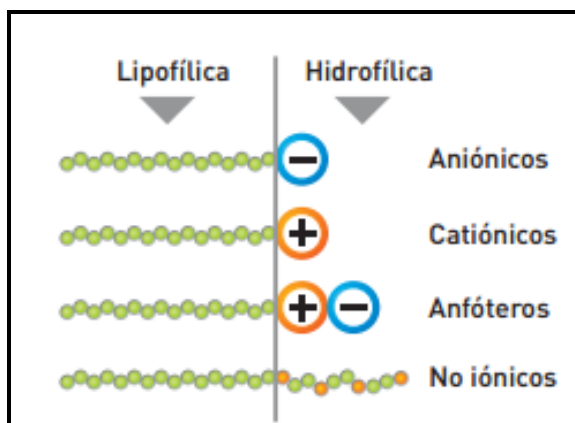


Figura 7: Clasificación de los surfactantes. Fuente Laboratorios Nova

- Aniónicos: con cargas iónicas negativas como los Benceno sulfonatos.
- Cationicos: con cargas iónicas positivas, como las sales de amonio cuaternario.
- Anfotéricos (o anfóteros) que según el medio se pueden comportar como aniónicos o cationicos.
- No iónicos, es decir con las cargas equilibradas como los fenoles etoxilados, o copolímeros de óxido de polietileno.

Un nuevo grupo, el de los tensioactivos siliconados, va creciendo en el mercado. Ello se debe a que en muy bajas dosis alcanza una notable disminución de la tensión superficial ya que logran una mejor orientación, comparado con los surfactantes convencionales. Están formados por polímeros de sílice y silicona. La parte hidrofóbica es el cuerpo siliconado y los dientes de óxido de etileno conforman la cadena hidrofílica.

El uso de tensioactivos puede ser sumamente útil cuando se están utilizando productos de contacto, principalmente fungicidas e insecticidas, sin perjuicio de que en algunos casos pueda mejorar el funcionamiento de herbicidas sistémicos de translocación floemática (es decir que parte desde las hojas).

Algunos de los productos químicos utilizados como tensioactivos agrícolas son los derivados del nonil fenol etoxilado, cuyo uso debiera comenzar a abandonarse por ser clasificado como un disruptor endócrino, los ácidos grasos metoxilados, otros alcoholes etoxilados, dodecil benceno sulfonato de sodio y alquil polisacáridos.

3.2. Penetrantes.

Los penetrantes, como su nombre lo indica, cumplen la función de lograr que los productos sistémicos ingresen a través de las membranas foliares para su posterior translocación. Esta función la logran de dos maneras diferentes:

- Por una mayor permanencia, al tener una evaporación más lenta.
- Por su capacidad de disolver las capas cerosas y las cutículas de las hojas.

Muy comúnmente las etiquetas indicarán que cumple funciones de adhesivo (o adherente), dado que la consistencia aceitosa facilita una mayor adherencia a las hojas, y también como antievaporante, ya que cada gotita de agua se cubriría de una delgada lámina de aceite que impide, o al menos retarda la evaporación.

Otra característica que suele mencionarse es que acorta lo que se denomina el “rainfastness”. Este es un término inglés que se refiere al tiempo necesario para que un agroquímico penetre en la planta antes de que una lluvia lo pueda lavar.

Dado que disuelven las capas cerosas y modifican las membranas foliares, necesariamente tienen un cierto grado de fitotoxicidad, por lo cual es preciso no excederse con las dosis cuando se trata de cultivos en pie, a riesgo de causarle daños más o menos graves al cultivo. Su uso más frecuente está dado en el tratamiento con herbicidas sobre barbechos y también, en menor escala para lograr penetración en tratamientos con fungicidas sistémicos. No tiene mayor sentido su uso en productos de contacto, ya se trate de fungicidas o insecticidas.

Los denominados “**aceites minerales agrícolas**” son derivados del petróleo, generalmente parafinados, seleccionados por su baja fitotoxicidad y con el agregado de un 2 a 5 % de tensioactivos más emulsificantes a fin de estabilizar la mezcla.

Los “**aceites minerales concentrados**” son también derivados del petróleo, pero en este caso con el agregado de un 15 a un 20% de tensioactivos emulsionantes. Tienen fitotoxicidad algo mayor, pero se usan en menores proporciones.

Los **aceites vegetales**, pueden ser de soja, algodón o girasol, también tienen, al igual que los aceites minerales concentrados, de un 15 a un 20% de tensioactivos emulsionantes. Presentan la ventaja de ser sensiblemente menos fitotóxicos y más fácilmente degradables, por lo que son más amigables con el medio ambiente.

En cuanto a la lecitina de soja presenta los menores niveles de fitotoxicidad. Aparentemente, las moléculas de las membranas foliares, simplemente se “reordenan” de manera diferente ante la presencia de la lecitina, recuperando posteriormente su orden original. Esta característica amplía sus usos posibles, especialmente hacia insecticidas y fungicidas sistémicos. Los productos comerciales generalmente vienen acompañados de otras sustancias, siendo muy frecuente el ácido propiónico.

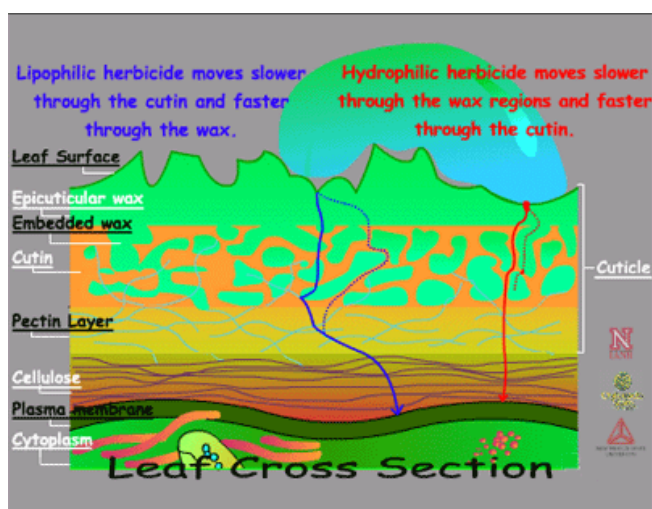


Figura N° 8: Ingreso de los herbicidas a las hojas: Estructura de la cutícula Fuente: *Plant and Soil Sciences e-Library*

Como puede verse en la figura N° 8, la cutícula foliar es la primer barrera al ingreso de los agroquímicos en las hojas. No es solamente una capa de ceras, sino que incluye, también, cutinas y pectinas. Las ceras son claramente lipofílicas, por lo que impiden la pérdida de agua desde el interior de las hojas hacia el exterior. Pero además son una barrera significativa para el ingreso de herbicidas hidrofílicos como el glifosato.

De allí, la importancia de los penetrantes. Las capas de pectinas son mucho más hidrofílicas, con lo cual se constituyen como una barrera para los herbicidas lipofílicos.

Otro factor a tener en cuenta es la temperatura. Un estudio realizado en Inglaterra (Baur et al, 1999), mostró que la absorción de tebuconazole, un fungicida, era muy baja con temperaturas menores a 5°C, en tanto que a 25°C la absorción de dicho producto fue 167 veces mayor. Esta carencia de absorción a bajas temperaturas pudo corregirse parcialmente mediante el uso de penetrantes.

Los aceites, tanto minerales como vegetales, cumplen además una importante función como antieaporantes.



Gráfico N° 1: Evaporación en función del tiempo con agua y aceites. Fuente: Leiva

En el gráfico N° 1 se aprecia que, a igual pastilla y a igual presión, en un medio oleoso, las gotas producidas son más chicas que en un medio acuoso. Ello es así, dado que al tener el aceite menor tensión superficial, las gotas producidas son menores. Sin embargo, dado que el aceite se evapora mucho más lentamente, muy rápidamente las gotas de agua son menores que las de aceite.

El Ing. Leiva, del INTA Pergamino, recomienda no usar aceites como antievaporantes cuando la humedad relativa es igual o mayor al 60%. Asimismo, recomienda suspender las aplicaciones cuando la H.R. es menor al 35 ó 40%.

En las situaciones intermedias sugiere utilizar un litro de aceite por hectárea, para aplicaciones terrestres, cuando la H.R. se sitúa entre 40 y 50 %. Para aplicaciones aéreas sugiere también un litro por hectárea con H.R. del 50 al 60% y dos litros por hectárea con H.R. entre 40 y 50 %

3.4. Adherentes.

Son sustancias que “pegan” el agroquímico a la superficie de la hoja. No nos referimos en este caso al efecto adherente que puedan tener algunos tensioactivos o aceites, por un mejor mojado, sino a la acción de algunas sustancias como diferentes tipos de látex, resinas, vinílicos o polímeros plásticos con clara adhesividad.

No son muy difundidos en nuestro país, salvo el caso de alguna situación muy puntual como es el tratamiento de cochinillas en árboles frutales. En este caso, dada la cobertura protectora del insecto, se necesita un largo contacto del mismo con el producto terapéutico. Es mucho más frecuente su uso en zonas tropicales, donde se producen con mucha frecuencia lluvias torrenciales de corta duración, muy difíciles de prever en el transcurso de días soleados. El objetivo es evitar el lavado del agroquímico.

4. Coadyuvantes utilitarios (o de propósitos específicos)

4.1. Correctores de aguas.

Ya hemos visto que muchos productos fitosanitarios son susceptibles de ser degradados cuando el pH del agua utilizada en el proceso de pulverización es elevado (aguas alcalinas) o cuando el contenido de sales es muy elevado (aguas duras). No necesariamente pH elevado de las aguas y dureza vienen asociados, pero es muy frecuente que así sea, aunque cada situación se puede presentar en forma independiente.

En situaciones de pH elevado suele producirse el fenómeno denominado “hidrólisis alcalina”. En este caso los grupos oxidrilo se combinan con los principios activos de los agroquímicos, los cuales pierden efectividad. Este proceso se hace más veloz y aumenta en magnitud cuanto más elevado sea el pH y mayor la temperatura del agua.

En cuanto al contenido de sales (dureza), las mismas pueden combinarse con algunos agroquímicos produciendo compuestos de difícil absorción. En el caso específico del glifosato

formulado como sal, en solución se disocia y adquiere la forma química denominada Zwitterion, con dos cargas positivas. En este estado disociado puede combinarse con los cationes calcio, magnesio, hierro y aluminio y bajo estas combinaciones el producto no se absorbe a nivel foliar.

Por lo tanto se hace necesario “corregir” las aguas. Este término normalmente hace referencia a acidificar ligeramente el medio y/o a eliminar o “secuestrar” los cationes. Naturalmente, las dosis a utilizar van a depender de la alcalinidad y del contenido de sales.

Para acidificar el medio, normalmente el producto más utilizado es el ácido fosfórico, con muy baja o nulas posibilidades de combinarse con el agroquímico. Otra alternativa son las denominadas “soluciones buffers” que tienden a mantener el pH dentro de un rango de acidez-alcalinidad determinado. Las soluciones de alquil aril polietilenglicol éter cumplen con esta función. En muchos casos los productos están acompañados por un virador de color que, para determinada coloración del agua indica que se ha llegado al valor de pH deseado. Finalmente, como secuestrante, algunas sustancias utilizadas son hidroxietanos, ortofosfatos o bien ácido ortofosfórico.

De más está decir que antes de utilizar cualquier tipo de corrector se hace necesario contar con el correspondiente análisis de laboratorio del agua a utilizar. El costo del mismo es sumamente económico y se justifica plenamente.

4.2. Antiderivantes.

La deriva es claramente dependiente del tamaño de las gotas producidas. Las gotas más pequeñas son aquellas que están expuestas a la evaporación y a su traslado por el viento.

Toda sustancia que aumente la densidad del líquido, va a disminuir la proporción de gotas pequeñas del pulverizado. Consecuentemente, también se va a producir un aumento del Diámetro Volumétrico Mediano y una disminución de la deriva. No obstante ello, se debe tener en cuenta que la variación en la densidad del líquido, va a afectar el caudal de las pastillas a una presión dada, siendo menor cuanto mayor sea la densidad del líquido.

Otro efecto que debo tener en consideración es que a mayor densidad del líquido y a igual presión de trabajo el ángulo de las pastillas de pulverización de abanico plano se reduce, con lo cual puede llegar a ser necesario elevar ligeramente el botalón.

Un factor muy importante al utilizar antiderivantes es el nivel de solubilidad en agua. Se han detectado antiderivantes comerciales de tan difícil disolución que su utilización es sumamente engorrosa. A veces, también, suelen empastrar a los filtros y pastillas.

Ambos efectos se deben tener en cuenta toda vez que se trabaje con un líquido de densidad diferente a la del agua, como es el caso de los fertilizantes líquidos.

4.3. Compatibilizantes.

En nuestro país su uso no es frecuente. Se utilizan para mezclar dos productos que, de no mediar el coadyuvante, no podrían utilizarse en forma conjunta. En Estados Unidos se menciona frecuentemente su uso en el proceso de aplicación de fungicidas diluidos en fertilizantes de aplicación foliar.

En el casos que dos productos no sean compatibles, y es necesario mezclarlos con compatibilizantes, nunca debe hacerse a campo por el usuario, solamente se debe proceder a nivel de laboratorios o formuladores, de tal forma que garanticen que los principios activos conserven sus cualidades originales y se pueda prever eficazmente reacciones secundarias no deseadas, las cuales pueden ser muy peligrosas. (desprendimiento de vapores, producción de gases, formación de sedimentos, gelificación, floculación, etc.).

5. Otros productos.

Dentro de este grupo hemos incorporado a los limpiadores, colorantes y antiespumantes. En realidad, podría considerarse que los dos primeros no son, en realidad, coadyuvantes, ya que no cumplen con la definición con la que comenzáramos el capítulo: no modifican la mezcla, no mejoran la acción del agroquímico ni las características físicas de la mezcla. Pero prácticamente todos los fabricantes de coadyuvantes los incluyen dentro de sus productos y, por practicidad, los incorporaremos.

Los **limpiadores** son productos que tienen la propiedad de remover los depósitos de agroquímicos del tanque, cañerías, filtros, pastillas y, en general, de todos los componentes del circuito hidráulico. Su uso debe seguir estrictamente las instrucciones del fabricante. Muchas veces contienen amonio cuaternario, bicarbonato y amoníaco y cloro diluido. Sin ninguna duda, su uso frecuente colaborará en el buen mantenimiento del equipo aplicador y para prolongar su vida útil.

Los **colorantes** (o tintas) permiten visualizar la calidad de la aplicación de un producto, permitiendo detectar fallas (chanchos), superposiciones y la efectiva llegada al blanco en el trabajo. No es muy frecuente su uso a campo, pero lo es más en trabajos de investigación o ensayos científicos. Un buen colorante debe durar unos pocos días sobre el campo, siendo luego fácilmente degradado. En cuanto a los residuos dejados en la pulverizadora deben ser fáciles de limpiar simplemente con agua.

Los **antiespumantes**, generalmente están elaborados sobre la base de un compuesto carbono-siliconado: el dimetil poli siloxano.

Determinados agroquímicos tienen la característica de formar espumas en el tanque, especialmente cuando se están utilizando agitadores mecánicos y ha bajado el nivel del caldo, por lo que los agitadores comienzan a incorporar aire a la mezcla, dificultando la aplicación. Recuérdese que la espuma es una emulsión de aire en un líquido. En estos casos, el uso de un antiespumante, suele ser la solución más accesible.

6. Sales minerales. El sulfato de amonio.

Se ha podido comprobar que algunas sales, y muy especialmente el sulfato de amonio incrementa la eficiencia de determinados herbicidas, particularmente cuando se utilizan aguas duras.

No se conoce con absoluta certeza el mecanismo, pero se presume que al disociarse en agua, provee iones amonio (NH_4^+) y sulfato (SO_4^{--}). El glifosato asociado al ión amonio presentaría una mayor absorción foliar mayor por los tejidos del vegetal que en ausencia de dicha asociación. Por otra parte, el ión sulfato formaría sales estables con los cationes calcio y magnesio, con lo cual se disminuye su disponibilidad para asociarse al glifosato

Así, niveles de un 1 al 2% de sulfato de amonio, podrían atenuar el efecto de las aguas duras sobre el glifosato. Al sulfato de amonio se le debe adicionar un surfactante para su eficaz incorporación.

7. Algunos criterios de uso.

No siempre es necesario el uso de coadyuvantes. Es más, es preciso ser muy cuidadoso con su uso ya que toda incorporación al tanque de la pulverizadora puede implicar algún tipo de reacción química. Previo a la decisión de uso conviene analizar las limitantes que pudieran afectar a una aplicación específica. Ello implica conocer el tipo de agua que se va a utilizar, si las condiciones climáticas son adecuadas o requieren de algún tipo de cuidado especial, si el agroquímico a utilizar recomienda especialmente el uso de algún tipo de coadyuvante.

Hay que decidir cuáles son las prioridades particulares. Desconfiar, por otra parte de aquellos productos “multifunción”, que al leer la etiqueta sirven para todo.

En caso de tener que mezclar en el tanque a dos o más agroquímicos diferentes constatar que “funcionen” dentro de un mismo rango de pH. De no ser así, no se podrá adecuar correctamente el pH.

Como siempre, es preferible utilizar productos de marcas reconocidas, aún cuando los mismos puedan ser sensiblemente más costosos.

No tiene sentido utilizar penetrantes para productos que son de contacto, limitarlos a los productos sistémicos. Asimismo, para productos de contacto son más adecuados los tensioactivos.

Ajustar las dosis a lo estrictamente recomendado ya que en todos los casos excederse en la cantidad de coadyuvante puede llegar a dar resultados negativos.

En caso de riesgos de deriva es conveniente analizar todas las alternativas disponibles para producir gotas de mayor tamaño (diferentes tipos de pastillas, menor presión, mayores caudales, etc.) y no limitarse a la utilización del antiderivante.

Alguna bibliografía menciona que no debieran mezclarse antiderivantes con tensioactivos. Por lo tanto en estos casos se recomienda ser sumamente cuidadoso.

En las situaciones en que se debe aplicar un producto sistémico en condiciones de baja temperatura, puede ser conveniente acompañarlo con algún penetrante.

No hacer caso a aquellos productos que indican que su uso puede hacer que se utilice menor dosis por hectárea.

8. Bibliografía:

- Alibaba products: http://www.alibaba.com/product-detail/KY-1028-agricultural-silicone-wetting-agent_550022648.html
- (1) Baur P; Bucholz A; Schönherr J; “Modelling Foliar Penetration; It’s Role in Optimising Pesticide Delivery”. In Pesticide Chemistry and Bioscience, page 134-151. The Royal Society of Chemistry. Cambridge . UK. 1999
- ASTM - [E609](#) Terminology Relating to Pesticides
- Fuente: Hartzler, Bob – *Role of spray adjuvants with postemergence Herbicides* – Iowa State University – Marzo 2001.
- Hess, F. D. 1991. *Wetting and penetration of plant surfaces*. Sandoz Crop Protection, Walnut Creek, CA.
- Laboratorios Nova :
<http://www.laboratoriosnova.com.ar/descargas/Folleto-Coadyuvantes-2011.pdf>
- Leiva Pedro D. 2013: *Ámbito de Recomendación de Aditivos o Coadyuvantes en Pulverizaciones Agrícolas*. INTA Pergamino.
- www.sistemahlb.blogspot.com.ar - Balance Hidrófilo Lipófilo
- Witt James: *Agricultural Spray Adjuvants*. PMEP Pesticide Safety Education Program. Cornell University – Cooperative Extension . Copyright 2012
<http://psep.cce.cornell.edu/facts-slides-self/facts/gen-peapp-adjuvants.aspx>
- <http://passel.unl.edu/pages/informationmodule.php?idinformationmodule=1056648673&topicorder=2&maxto=5> Plant and Soil Sciences e-Library. Foliar Absortion and Phloem Translocation – Foliar Absortion of Herbicides