

# Manual en Tecnología de Aplicación





Desde el Área de Negocios Sustentables y Responsables de Syngenta queremos agradecer la valiosa participación de todos los que han contribuido en el desarrollo de este manual de tecnología de aplicación, tanto los autores de los distintos capítulos así como también los colaboradores.

También agradecer el apoyo del Ing. Agr. Jalil Maluf y el equipo de la Universidad de Lomas de Zamora (UNLZ) por sus aportes en el desarrollo del manual, el cual brindará herramientas para una aplicación eficiente y responsable con el ambiente.

Finalmente gracias a todo el equipo de Syngenta involucrado, cuyo acompañamiento resultó fundamental en el proceso de elaboración y revisión.

# Índice

---

## 1

### Conceptos generales

08

- 10 Pulverización o aplicación
- 16 Evaluación de la calidad de aplicación

## 2

### Condiciones ambientales

18

- 20 Temperatura (T°)
- 21 Humedad Relativa (HR)
- 22 Velocidad del viento
- 23 Inversión térmica

## 3

### Pastillas pulverizadoras

26

- 36 Factores que afectan el tamaño de las gotas
- 39 Causas y control de la deriva

## 4

### Calibración de la máquina pulverizadora

42

- 45 Pasos a seguir para una pulverización en cobertura total
- 48 La importancia de contar con información sobre el tamaño de la gota

# 5

---

## Calidad del agua

---

50

# 6

---

## Productos fitosanitarios

---

58

60 Productos fitosanitarios

# 7

---

## Orden de mezclas y limpieza de tanque

---

66

70 Pasos para la adición de formulados

72 Limpieza de tanque

# 8

---

## Uso seguro y responsable de productos fitosanitarios

---

74

76 Ciclo de vida de los productos

78 Cinco reglas de oro para un uso seguro de fitosanitarios

# Introducción

---

Syngenta, desde sus comienzos, fue pionera en la técnica de aplicación de fitosanitarios, sentando en nuestro país importantes precedentes en la formación de profesionales en esta técnica tan especial.

La aplicación de fitosanitarios es una ciencia aplicada multidisciplinaria, retroalimentada por todos los especialistas intervinientes (desde el aplicador hasta los investigadores científicos), y que abarca disciplinas como la química, física, agronomía, biología, economía, ingeniería, medicina.

La finalidad de la misma es depositar el fitosanitario en su destino conocido como “blanco”, y éste será diferente según qué se desee controlar: malezas, insectos, hongos; o dónde se quiera aplicar: follaje, suelo; con una dosis correcta, cobertura adecuada, distribuida uniformemente, con un mínimo efecto sobre el ambiente y en el momento adecuado (timing).

Desde un punto de vista técnico, los factores que afectan la calidad de la aplicación son, en orden de importancia: climáticos, químicos, físicos, biológicos y humanos. Pero desde un punto de vista práctico los factores humanos son en los que hay que prestar especial atención, pues en definitiva son los responsables de cómo y cuándo realizar la aplicación evitando caer en errores que llevan a la ineficiencia.

Para lograr este objetivo es necesario conocer la naturaleza de los productos utilizados y dominar las tecnologías adecuadas para llegar al blanco en forma eficiente y reduciendo al mínimo la contaminación ambiental.

En este manual se recordarán los factores de importancia a tener en cuenta, desde las condiciones ambientales hasta la limpieza correcta del tanque de pulverización. De esta forma, se busca re-impulsar conceptos básicos y reforzar por qué consideramos que esta técnica es un componente imprescindible para una producción más eficiente y sustentable.

Esperamos sea de utilidad a sus lectores.



# Capítulo 1

---

# Conceptos generales



# 1. Concepto generales

---

## PULVERIZACIÓN O APLICACIÓN

Cuando se habla del uso de fitosanitarios, hay dos palabras que se citan con mucha frecuencia: Pulverización y Aplicación. Es también muy común que ambos términos se utilicen como sinónimos, pero es importante tener en cuenta que en realidad son dos cosas completamente distintas. Confundirlos nos puede llevar a cometer fallas en el trabajo.

### **Pulverización:**

Se define como un proceso mecánico, mediante el cual se generan muchísimas gotas a partir de un “caldo” de la formulación comercial de uno o varios productos químicos disueltos en un líquido contenido en el tanque de la máquina. Por esto a la máquina en cuestión la conocemos como la **Pulverizadora**. Hay un objetivo fundamental que es que esas pequeñas gotas producidas alcancen un máximo de cubrimiento sobre la superficie del blanco. Ese blanco puede ser el suelo, las hojas de malezas o de un cultivo, frutos, etc.

### **Aplicación:**

Se define como el proceso que permite colocar ese producto químico en el blanco.

Existen varios otros términos que necesitan ser discutidos a efectos de aclarar ciertos conceptos. Algunos de ellos que están íntimamente ligados entre sí y son:

**Blanco:** *es aquello que fue escogido para ser alcanzado por el proceso de aplicación (planta hospedante o sus partes, organismo nocivo, maleza, suelo, etc.) En función del tipo de blanco (su forma, tamaño, posición, etc.), la pulverización deberá tener características específicas para lograr alcanzarlo.*



---

*El conocimiento del ciclo evolutivo de la plaga y también de la planta cultivada es un aspecto importante para la determinación de la estrategia de control.*

*De modo que como el fitosanitario debe ser utilizado de la manera más eficiente posible, el blanco tiene que ser definido en términos de tiempo y espacio, a fin de incrementar el porcentaje de producto que lo alcanza en relación con aquello que fue emitido por la máquina.*

---

Esa relación puede también considerarse como la eficiencia en el proceso de aplicación, de la siguiente manera:

**Eficiencia = (Cantidad Aplicada / Cantidad Pulverizada) x 100**

**Esa eficiencia de pulverización es afectada por (a) la forma, tamaño y posición del blanco; (b) densidad, diámetro y velocidad de la gota y (c) velocidad y dirección del flujo de aire que envuelve al blanco.**

## Pérdidas de aplicación:

Debemos entender que una parte de lo que sale de la máquina, posiblemente no llegue al blanco. Esto es lo que denominamos **Pérdidas**, generalmente expresado en porcentaje de aquello que fue emitido por la máquina pulverizadora, y se traduce como pérdida de dinero (tanto por el producto químico utilizado, por el combustible y la mano de obra contratada), y/o riesgos ambientales (posibles daños a cultivos cercanos, a personas o al ambiente).

---

Nuestra atención debe estar enfocada en verificar cuáles son las causas de estas pérdidas ocurridas en el espacio de gotas que emite la boquilla (Deriva) y la “desaparición” de una parte de esas gotas (Evaporación).

---

## Deriva:

Ese “desvío” lo denominamos Deriva, y es un fenómeno que ocurre por causa de los movimientos del aire (vientos) y del tamaño de las gotas. Cuanto mayor sea la intensidad de los vientos y/o menor fuera el tamaño de las gotas producidas por las boquillas, mayor será la cantidad de gotas desviadas de su trayectoria hacia el blanco.

La deriva la podemos dividir en Endoderiva -cuando los desvíos pasan dentro del cultivo, material que no es captado por las hojas y cae al suelo- y Exoderiva: cuando las gotas se desvían por fuera del área tratada.

De cualquier manera, la intensidad de la deriva está relacionada con el tamaño de la gota, la distancia a que fue liberada esa gota con relación al blanco, a su velocidad de lanzamiento y a la velocidad del viento. En el Capítulo 3 se podrá profundizar sobre las causas de la deriva y las recomendaciones de manejo asociadas.

En Argentina, bajo condiciones normales de aplicación y en función de la temperatura y la humedad reinantes en la mayor parte del tiempo, **las gotas con diámetros menores de 200 micrones son mayormente afectadas por evaporación y deriva.**

## Evaporación:

El agua es usada en la gran mayoría de los casos como agente de dilución del fitosanitario, que sufre fácilmente el proceso de evaporación por lo que cuanto menor sea el tamaño de las gotas y menor el índice de humedad relativa del aire, mayor será la cantidad de pequeñas gotas que se dispersan (por ser livianas) y luego “desaparecen” antes de llegar al blanco. De modo que se debe calibrar la máquina para producir un pulverizado que contenga la menor cantidad posible de gotas evaporables.

La intensidad de evaporación depende de varios factores, de los cuales, los más importantes son:

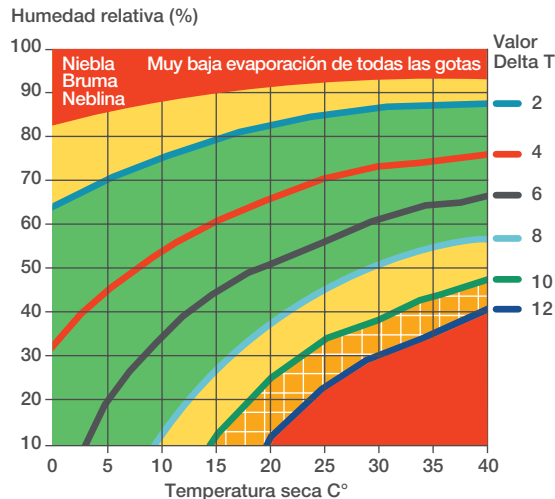
- La proporción de líquidos no volátiles o partículas sólidas existentes en la mezcla.
- La temperatura, humedad del aire y la velocidad del viento.
- El tamaño de la gota.
- El tiempo que la gota permanece en el aire.



El mejor indicador de la tasa a la cual se evaporan las gotas de los plaguicidas es el Delta T. Se define como la diferencia entre la temperatura de bulbo húmedo y la temperatura de bulbo seco. Combina los efectos de la temperatura y la humedad relativa.

Relación de Delta T para determinada Humedad Relativa y Temperatura. Una guía práctica para pulverizar es cuando el Delta T está entre valores de 2 y 8; precaución por debajo de 2 o por encima de 10 (utilizar boquillas con inducción de aire produciendo gotas GRUESAS o mayores).

**! NUNCA PULVERIZAR BAJO CONDICIONES DE INVERSIÓN TÉRMICA SUPERFICIAL.**



Para la estimación de la evaporación potencial del componente acuoso de las gotas pulverizadas se puede considerar una tasa constante a un Delta T determinado.

- Delta T con condiciones preferenciales para pulverizar.
- Delta T con condiciones marginales para pulverizar.
- Condiciones marginales, solo pulverizar con calidad de gotas GRUESAS o mayores. Inadecuado para pulverizar con calidad de gotas MEDIANA o FINA.
- Delta T con condiciones inadecuadas para pulverizar.

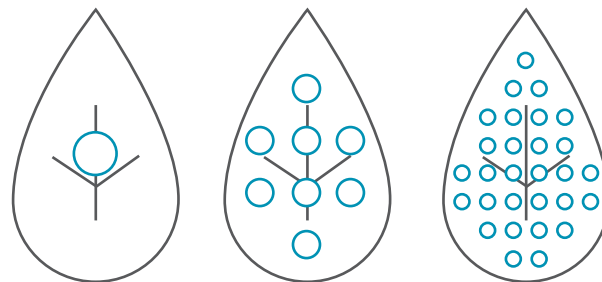
Fuente: Adapted by Graeme Tepper (2012) Originally sourced from Nufarm's spraywise decisions chart (2012)



# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE APLICACIÓN

El buen funcionamiento del producto químico depende de su contacto con el blanco: esto, como ya vimos, es lo que denominamos **Aplicación**. El grado o la densidad de cobertura necesarios es función de la **interacción Producto-Blanco**. En la práctica, la **densidad de cobertura** está dada en gotas por centímetro cuadrado, porque es la manera más fácil de cuantificar, aunque lo correcto sería la cantidad de producto activo por unidad de área.

Es habitual usar como parámetro el número de gotas de líquido que alcanzan cada centímetro cuadrado de superficie blanco. Buena parte de las recomendaciones técnicas de aplicación está basada en este criterio, informando la franja o número mínimo de gotas necesarias para un buen control.



## Tarjetas hidrosensibles

Son papeles rígidos con una cobertura especial, de superficie amarilla que se mancharán de color azul por gotas acuosas que los impacten. Se ha desarrollado para trabajos a campo de evaluación rápida de pulverizaciones de bajo volumen. Las soluciones pulverizadas no necesitan tinturas especiales. Con sólo ubicar los papeles en el área objetivo antes de aplicar, las gotas asperjadas mancharán los papeles sensibles al agua. Una vez que los papeles se hayan secado se está en condiciones de evaluarlos. Para una rápida estimación se pueden comparar las tarjetas de papel expuestas al pulverizado con una muestra standard conocida o se pueden contar las gotas, usando una lente de mano tipo cuenta-hilos, o un analizador automático de imágenes.

La cobertura (número de impactos por cm<sup>2</sup>) a lograr no debería ser menor a

TIPO DE PULVERIZACIÓN	Gotas/cm <sup>2</sup>
Insecticidas	20 - 30
Insecticidas de contacto	50 - 70
Herbicidas en pre-emergencia	20 - 30
Herbicidas de contacto (pos-emergencia)	30 - 40
Fungicidas sistémicos	30 - 40
Fungicidas de contacto	50 - 70

Fuente: FAO

### Momento Oportuno:

Otro factor de vital importancia que debe ser tenido en cuenta es el Momento Oportuno de esa aplicación: cuando la plaga está más expuesta y más susceptible al producto químico, y en un grado de infestación que justifique el costo de esa aplicación, por los daños reales y potenciales causados al cultivo. En este concepto de Momento Oportuno se puede incluir también, la condición atmosférica durante la aplicación, porque no son raras las veces en que esas condiciones no son ideales o varían durante el trabajo, exigiendo alteraciones significativas en el proceso de pulverización. Conociendo la realidad del productor, y entendiendo que la maquinaria no siempre está disponible en el momento exacto que se necesita, se deben utilizar todas las herramientas disponibles para que la aplicación de los productos se lleve a cabo en forma segura y eficiente.

# Capítulo 2

---

# Condiciones ambientales



# 2. Condiciones ambientales

---

Las condiciones ambientales son los primeros factores a considerar al momento de realizar la aplicación de fitosanitarios. Es la decisión más importante para definir si la aplicación será de calidad o no. Es el punto de partida que definirá si el manejo adecuado minimizará pérdidas.

La elección de momentos erróneos de aplicación puede afectar la eficacia, pudiendo originar diferentes consecuencias como: pérdida de principio activo por deriva, degradación de éste por fotólisis, evaporación, escurrimiento y lixiviación por lluvias intensas, etc., reduciendo la calidad de aplicación al blanco y afectando el ambiente.

Los momentos adecuados de aplicación, considerando las condiciones del ambiente, reducen pérdidas asociadas a estas variables.

Entre los factores ambientales a considerar se encuentran: la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento, la inversión térmica.

## TEMPERATURA (T°)

Junto con la humedad relativa y la velocidad del viento, son las condiciones ambientales que más deben considerarse al momento de tomar la decisión de realizar o no la aplicación. Temperaturas óptimas permiten una adecuada aplicación de los productos fitosanitarios sobre el blanco.

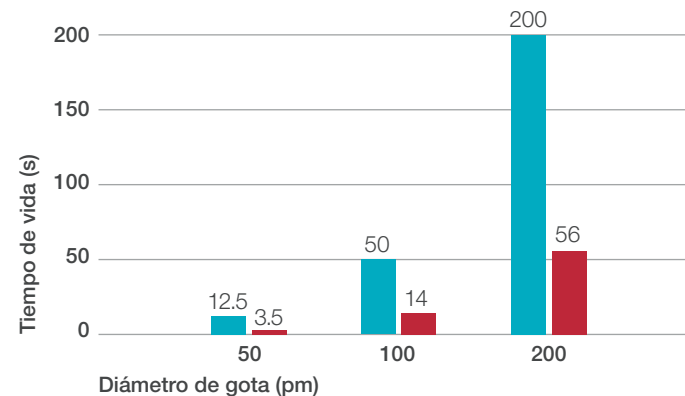
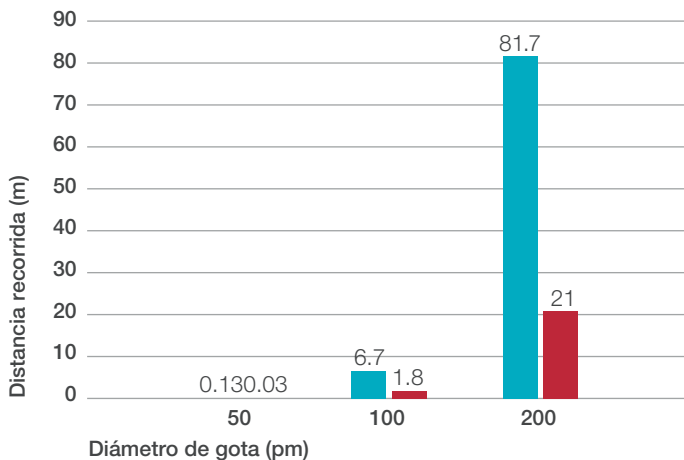
Temperaturas muy elevadas, por encima de los 30°C, con baja humedad relativa, pueden ocasionar evaporación de las gotitas del caldo o cristalización de las mismas. En los momentos de aplicación donde hay bajas temperaturas, debe considerarse el rocío y las heladas, ya que también pueden ocasionar pérdidas del asperjado por escurrimiento.

# HUMEDAD RELATIVA (HR)

Es el factor de mayor importancia a considerar, ya que puede ocasionar evaporación del asperjado en momentos cuando la humedad es baja y la temperatura elevada; típica situación que se presenta en la estación de verano, donde se realiza la mayor cantidad de tratamientos fitosanitarios. En esta época, se recomienda de forma general, evitar la aplicación de productos antes de las 10hs


hasta después de las 16hs, ya que en ese rango horario es donde se produce la mayor pérdida por evaporación. Considerando ambos factores y relacionándolos con el tamaño de gota del asperjado, debe tenerse en cuenta la distancia que recorre la gota y su vida media, para asegurar la calidad de aplicación. Se ha demostrado que una gota de 50 micrones de diámetro tiene un tiempo de vida de 3.5 segundos y recorre apenas 3 cm antes de evaporarse en un día con 30°C y 50% HR.

Relación del tamaño de gota y su tiempo de vida en diferentes condiciones ambientales:



■ 20° C y 80% HR    ■ 30° C y 50% HR

Fuente: Ibañez, Y. 2020. Adaptado de Mathews G.A 1993. Application Technology for Crop Protection. CAB International Wallingford, UK.



Una humedad relativa elevada permite una mejor absorción del asperjado por el blanco y reduce el efecto de evaporación generado por temperaturas elevadas, excepto cuando la misma llega al 100%, donde no se recomienda la aplicación por riesgo de lavado o posibilidad de precipitaciones.

En momentos de estrés hídrico por sequía, las plantas, por mecanismos de defensa, generan cambios en la cutícula y aumentan la producción de ceras, reduciendo la absorción, momento en el cual no se recomienda la aplicación de productos.

## VELOCIDAD DEL VIENTO

Es importante controlar la velocidad del viento antes de realizar la aplicación, ya que influirá en dónde caerán las gotas del asperjado, pudiendo modificar la trayectoria de las mismas y su tamaño final. Los rangos normales de velocidad de viento para realizar aplicaciones, oscilan entre los 6 a 12 km/h.

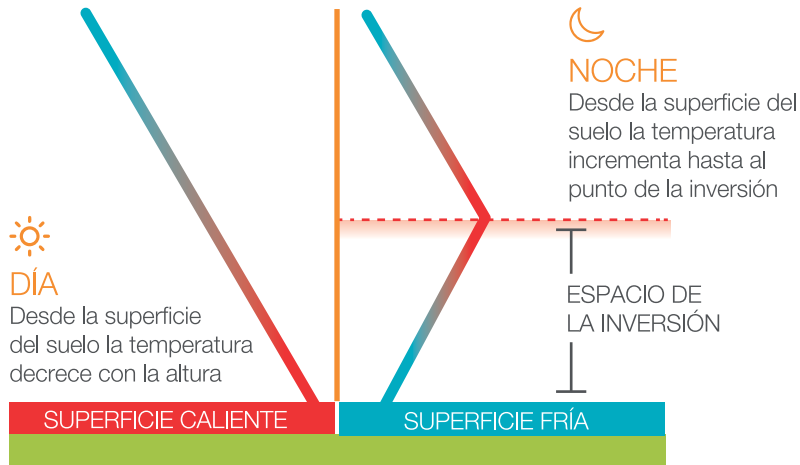
Velocidades menores a 5 km/h = no es recomendable aplicar; deben controlarse la temperatura y humedad relativa y el momento del día, por posible presencia de inversión térmica.

Velocidades mayores a 12 km/h = no se recomienda la aplicación debido a que puede ocurrir un desplazamiento indeseado del asperjado fuera del blanco objetivo generando exoderiva.

En los casos en que tenga que realizarse la aplicación y la velocidad del viento se encuentre cerca al máximo permisible, pueden emplearse medidas de manejo para evitar la deriva, como el aumento del tamaño de gota, bajar el botalón, emplear pastillas antideriva, túneles de viento (en caso que se pueda).

# INVERSIÓN TÉRMICA

Este es un proceso que ocurre normalmente a primeras horas de la mañana y al atardecer. Se puede destacar que una inversión térmica superficial es el aumento de temperatura con la altura en las capas de la atmósfera cercanas a la superficie terrestre. Esto es lo inverso a lo que normalmente sucede con la temperatura en el ambiente, ésta disminuye con la altura. Las condiciones para una inversión térmica superficial no son seguras para realizar aplicaciones ya que el riesgo potencial de deriva es alto.



Fuente: Tepper G.; Revised edition January 2014 - General meteorology for pesticide application booklet. MicroMeteorological Research and Educational Services (MRES)

**Una inversión térmica superficial típicamente comienza a formarse justo antes del atardecer y es más fuerte e intensa en el momento en que se alcanza la temperatura mínima, que es a menudo justo después del amanecer.**

## Importante:

Gotas de un mismo tamaño pueden tener comportamientos diferentes, si son distintas las condiciones ambientales. La intensidad y dirección del viento, la temperatura y la humedad relativa del aire son factores ambientales que influyen en la calidad de aplicación, de modo que es sumamente importante que sean monitoreados por el operador para realizar los cambios pertinentes en el tipo de pulverización realizado por la máquina, sabiendo cuáles son los límites técnicamente permitidos para la ejecución de un trabajo eficiente y seguro.

La inversión térmica es un factor muy importante a tener en cuenta, debido a que puede ocurrir un desplazamiento del asperjado a zonas indeseadas, afectando cultivos adyacentes, lagunas, etc.

En condiciones normales, la diferencia térmica entre la atmósfera y el suelo permite la renovación del aire y la deposición del asperjado sobre el blanco cuando se realiza la pulverización con la máquina.

Cuando ocurre la inversión térmica, una capa de aire cálido se intercala entre las de aire frío provocando que las gotitas del asperjado se mantengan en suspensión como una nube, permitiendo que el viento las desplace a grandes distancias.

Por tanto, se recomienda, evitar las aplicaciones cuando haya falta de viento o el mismo se encuentre por debajo de los 5 km/h, en los momentos del amanecer y atardecer, que son los más propensos a inversión.



# A considerar...

- En épocas de verano, se recomienda en la medida de lo posible, posponer la pulverización antes de las 10hs y continuar después de las 16hs.
- Cada ambiente tiene características propias de  $T^{\circ}$  y HR%, por tanto, se deberá analizar la situación particular de cada lugar al momento de tomar las decisiones de aplicación.
- No se recomienda aplicar con altas temperaturas y baja humedad relativa.

# Capítulo 3

---

# Pastillas pulverizadoras

---

3

# 3. Pastillas pulverizadoras

La boquilla pulverizadora es el componente más importante de la máquina pulverizadora, de ella depende el éxito o fracaso de una aplicación.

La conocemos con distintos nombres: pastillas, puntas, picos, boquillas; y es importante entender su funcionamiento para saber cómo manejarse ante cada situación.

**Las boquillas pulverizadoras tienen tres funciones fundamentales:**



**Erogar**  
un caudal  
determinado



**Producir**  
gotas



**Distribuir**  
esas gotas en un  
patrón específico

PARA MAYOR ENTENDIMIENTO DEL FUNCIONAMIENTO Y DE LA IMPORTANCIA DE ESA PIEZA, ESAS TRES FUNCIONES SERÁN ANALIZADAS POR SEPARADO, AUNQUE OCURRAN AL MISMO TIEMPO Y ESTÉN ESTRECHAMENTE LIGADAS.

## Caudal

El caudal de la boquilla varía con la presión de pulverización.

En general, la relación entre l/min y presión es la siguiente:

Donde:

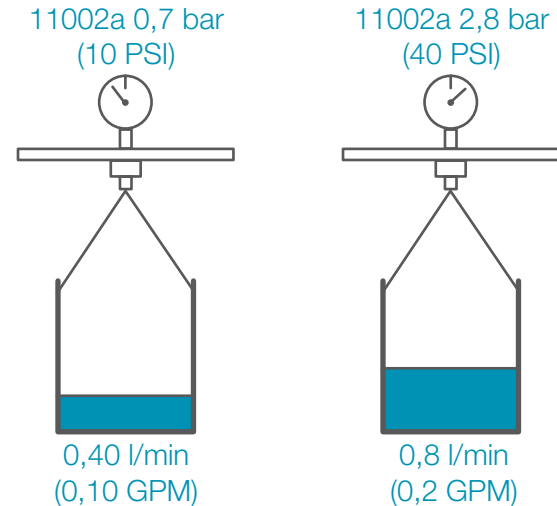
V = Volumen

P = Presión

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\sqrt{P_1}}{\sqrt{P_2}}$$

Esta ecuación queda explicada en la ilustración donde se puede decir que para duplicar el caudal a través de una boquilla es necesario aumentar cuatro veces la presión.

**!** La presión más alta no solamente aumenta el caudal que pasa por el orificio de una boquilla, sino que tiene injerencia en el tamaño de las gotas y en el ritmo de desgaste del orificio. Cuando la presión aumenta, el tamaño de la gota disminuye y el ritmo de desgaste del orificio aumenta.



Esta ecuación es relevante ya que (a) está incorporada en la programación de los controladores de pulverización para modificar la presión toda vez que se detecta una variación en la velocidad de avance; (b) sirve para determinar la presión real en una boquilla en caso de no contar con un manómetro; (c) es la ecuación que usan los fabricantes de pastillas para armar las tablas de uso de sus diferentes modelos de pastillas (excepto las combinaciones de Disco + Núcleo de Turbulencia que no cumplen con la función cuadrática de presión respecto al caudal); y (d) es el principio que explica el funcionamiento de una pastilla inducida por aire.

Asimismo, las pastillas se identifican por el caudal que erogan con un código de colores y su nomenclatura se basa en el caudal medido en galones por minuto a una presión nominal como sigue: [CUADRO EN ANEXO PÁGINAS 88 Y 89](#).



## Proceso de formación de gotas

Para la producción de gotas, el líquido tiene que ser sometido a la acción de una determinada cantidad de energía para vencer la atracción molecular interna. Una de las formas más simples es la de producir la quiebra del líquido y transformarlo en una lámina fina que se torna inestable y que se rompe en pequeñas gotas.

Dependiendo del tipo e intensidad de la energía empleados y de cómo ella actúa en la masa líquida, el tamaño de las gotas resultantes y su variación pueden ser diferentes.

---

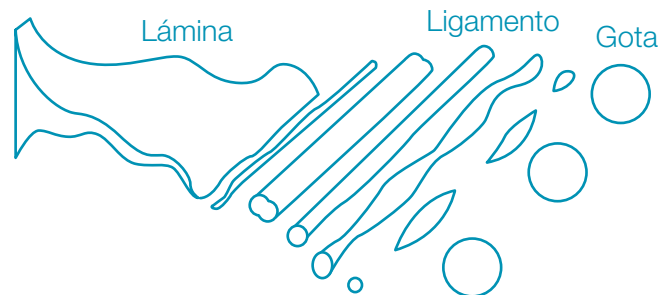
Como en la preparación del caldo, la calidad del agua prácticamente no es alterada, en una determinada aplicación, el tamaño de gota generado por una pastilla de pulverización depende básicamente de la presión de trabajo.

---

## Distribución de las gotas

### - Forma del asperjado emitido -

La forma del líquido proyectado depende del diseño de la pastilla y de la presión, de manera que la lámina de líquido se forme y se desintegre en gotas. **El líquido asperjado de pulverización comprenden tres formas básicas: asperjado en forma de abanico plano, cónico hueco y cónico lleno.**



El tamaño de gota producido por una pastilla es en función de su tipo y de las características físicas del líquido, de manera que esas relaciones pueden ser expresadas de la siguiente manera:

$$D = (Q \times V \times S) / (P \times d \times A)$$

**Donde:**

**D = tamaño de gota;**

**Q = caudal;**

**V = viscosidad;**

**S = tensión superficial;**

**P = presión;**

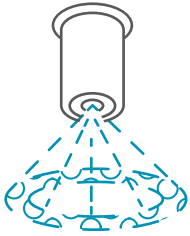
**d = densidad y**

**A = ángulo del chorro asperjado.**

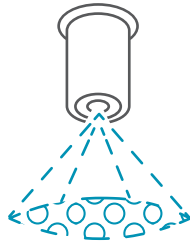
Dentro de cada forma básica, hay variaciones principalmente en cuanto a distribución cuantitativa del líquido en la franja proyectada (**perfil o patrón de distribución**), en función de detalles del diseño y de la presión de trabajo.

Para que las tres funciones se cumplan de manera adecuada, las pastillas deben ser utilizadas dentro de la franja de presión que el fabricante recomienda, recordando que, dentro de esos límites, las características de pulverización son diferentes, de modo que la presión de trabajo debe ser bien definida para atender mejor las necesidades de aplicación.

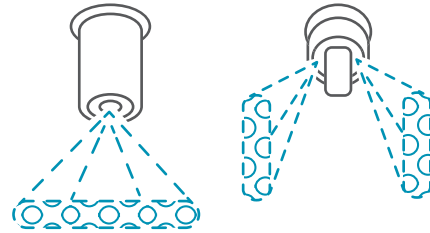
Cono hueco



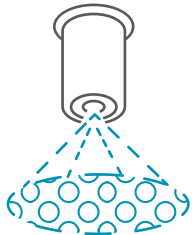
Abanico plano estándar



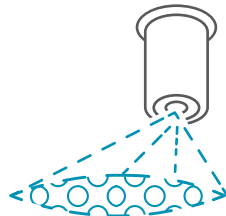
Abanicos planos uniformes



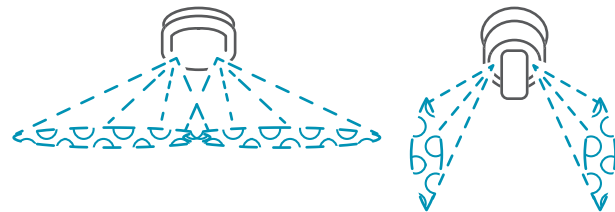
Cono lleno



Abanico plano descentrado



Abanicos planos dobles



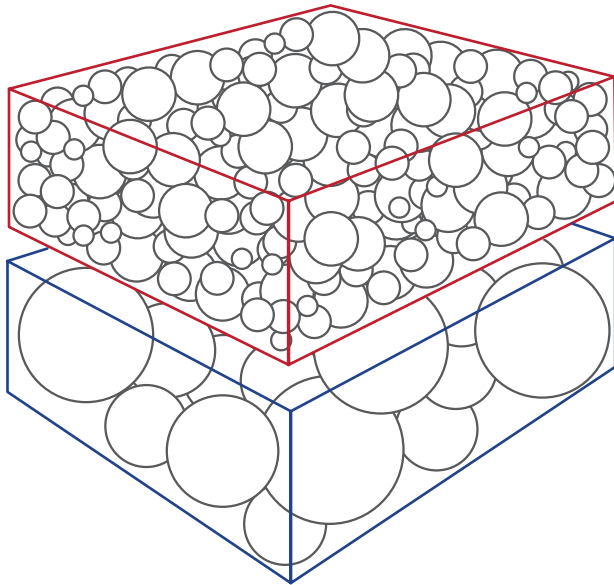
## Características de la pulverización

Si bien toda pulverización está constituida por gotas de diferentes tamaños, se caracteriza por dos valores en particular: (a) por un diámetro de gota que represente toda la población producida, y (b) por un número que represente esa dispersión de tamaños. Esos valores son, respectivamente, el Diámetro Volumétrico Mediano (DVM) y la Amplitud Relativa (AR).

### Tamaño de gota:

Vamos a representar en forma teórica un determinado volumen de líquido de una pulverización mostrando las gotas producidas. Ese volumen va a estar contenido en un cubo que se ha ido completando con las gotas en orden decreciente de tamaño (empezamos con las gotas más grandes hasta terminar con la gota más chiquita); entonces vamos a poder ver que la mitad superior del cubo tiene la mitad del volumen (50% del total) con un gran número de gotas pequeñas, y la parte inferior, con la otra mitad del volumen (50% del total), con un número mucho menor de gotas de tamaños mayores. De esta forma, el volumen pulverizado está dividido en dos partes iguales.





Considerando los tamaños de las gotas que están en los límites de ambas mitades –la mayor gota de la mitad superior y la menor gota de la mitad inferior–, tendrán prácticamente el mismo diámetro (o la media de ellos). Ese valor de diámetro, expresado en micrones -  $\mu\text{m}$  (1/1000 mm) es el que representa el tamaño de gota de la pulverización. En términos técnicos, ese diámetro es el “Diámetro Volumétrico Mediano” (DVM), que puede ser definido como “el valor donde el 50% del volumen total del líquido pulverizado está constituido por gotas de tamaños mayores que ese valor y 50% del volumen por gotas de tamaños menores que ese valor”.

El ejemplo de arriba simulado representa, entonces, un cúmulo de volumen a partir de la gota de menor tamaño hasta la de mayor tamaño y que en total, independientemente de la cantidad de líquido, puede ser representado como 100%. El valor del DVM es, por lo tanto, el diámetro de gota del 50% de volumen acumulado.

## Uniformidad del Espectro de Tamaño de Gotas:

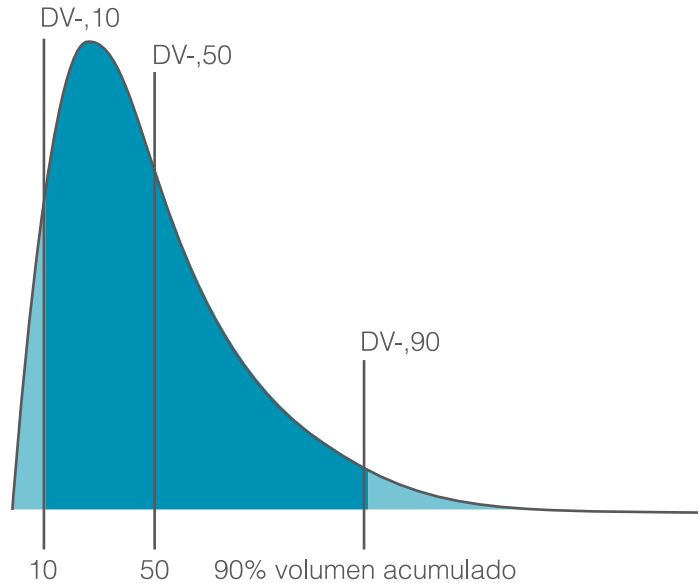
El espectro de gotas es la caracterización de la pulverización en función de las gotas de diferentes tamaños producidas por el pulverizador. El espectro sería **homogéneo** si todas las gotas fueran de un mismo tamaño. Teniendo gotas de tamaños diferentes, el espectro es **heterogéneo**. El **espectro** es considerado estrecho si la diferencia entre las gotas mayores y las menores fuera pequeña; si esa diferencia fuera grande, el espectro es **amplio** o **ancho**.

En base a los datos provistos por la curva de tamaño de gotas, se puede caracterizar la uniformidad de esa distribución. El valor de esa dispersión es un número adimensional, llamado "Amplitud Relativa" (AR), que está determinado por los valores de los diámetros de gota de los volúmenes acumulados de 10% (DV0,1), de 50% (DV0,5) o DVM y de 90% (DV0,9) del total, de la siguiente manera:

AMPLITUD RELATIVA

$DV-0.9 - DV-0.1$

$DV-0.5$



La caracterización numérica del espectro puede ser hecha utilizando los datos de evaluación de la curva de porcentaje de volumen acumulado en relación con el diámetro de gotas. Los valores de diámetro son relativos a 10% (DV0,1), 50% (DV0,5 o DVM) y 90% (DV0,9) del volumen acumulado.

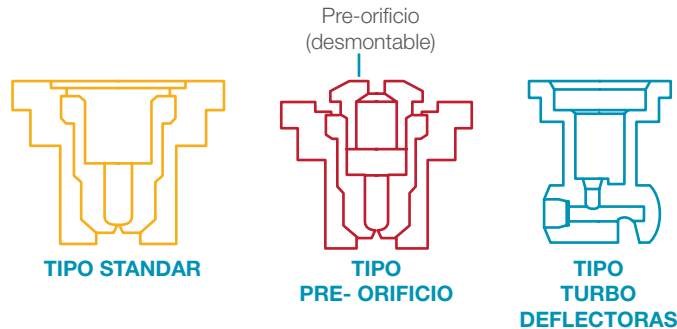
La **Amplitud Relativa** sirve para comparar el espectro de dos pulverizaciones con DVM semejantes. Numéricamente, cuanto mayor es el valor de la Amplitud Relativa, mayor será la franja de tamaño de gotas de la pulverización. De la misma forma, pulverizaciones que tiendan a la homogeneidad, tendrán valores de AR tendiendo a 0 (cero).

Los valores de DVM y AR deben ser analizados conjuntamente para la caracterización de la pulverización. Individualmente, el DVM da sólo la información de un tamaño de gota de pulverización, dado que pueden ocurrir distribuciones con el mismo valor mediano, pero, con componentes diferentes.

## FACTORES QUE AFECTAN EL TAMAÑO DE LAS GOTAS

La pulverización producida por una máquina depende de varios factores:

**Tipo de pastilla:** De manera general, las pastillas de cono lleno producen las gotas más gruesas, seguidas por las pastillas de abanicos planos y luego por los conos huecos. A su vez, dentro de una misma forma de aspersion, como por ejemplo los de abanico plano, diferentes tipos de pastillas pueden producir pulverizaciones con distintos tamaños de gota. Las pastillas de abanico plano 11003, de las series Standard, de pre-orificio y del tipo Turbo Deflectoras, a una misma presión, erogando un mismo caudal, producen gotas de tamaño diferente.



A medida que el riesgo de deriva aumenta, es muy importante elegir boquillas de pulverización con gotas más gruesas que sean menos propensas a la deriva. **El uso de boquillas con inducción de aire ha revolucionado la práctica de pulverización.**

Una particularidad distintiva de las pastillas inducidas con aire es la presencia de un inserto en su interior, que cuenta con un tubo de Venturi con salidas laterales hacia el exterior por las que ingresa aire del ambiente y carga de burbujas las gotas producidas. Estas pastillas requieren de una presión mínima de trabajo elevada, no menor a 3 bar para lograr inducir aire.

**Otra característica sumamente importante es que al pasar al líquido por el inserto mencionado se cumple una vez más la relación entre l/min y presión como se ve en la figura siguiente:**



La Caída de Presión es el resultado de una resistencia en el caudal. Una pastilla AI11004-VS operando a 40 psi (2,76 bar) tiene:  
04 caudal entre pre-orificio.  
08 caudal a la salida del orificio.  
 $0,4 \text{ gpm} / 0,8 \text{ gpm} = \sqrt{x} / \sqrt{40} = x = 10 \text{ psi}$   
Aproximadamente 75% de reducción en la presión.

## Factores a tener en cuenta previos a la pulverización con la máquina

**Caudal:** El caudal de una pastilla tiene una relación directa con el tamaño de gota. Pastillas que erogan caudales mayores, a una misma presión de trabajo, producen gotas mayores. Por ejemplo, las pastillas de Abanico plano estándar 11004, a una presión de 2 bar, con caudal de 1,29 l/min, producen gotas mayores que las pastillas de Abanico plano estándar 11002, a la misma presión, pero con un caudal de 0,65 l/min.

**Presión:** La presión de pulverización tiene un efecto inverso en el tamaño de gota. Un aumento de la presión reducirá el tamaño, en tanto que una reducción de la presión aumentará el tamaño de gota. Por ejemplo, una pastilla de Abanico Plano estándar 11003, a una presión de 1,5 bares, produce gotas mayores que a una presión de 4 bares.

**Ángulo del asperjado:** El ángulo del flujo emitido por la boquilla tiene una relación inversa con el tamaño de gota. Pastillas con el mismo caudal, a la misma presión, pero con ángulos mayores, producen gotas menores.

**Propiedades del líquido:** Líquidos con mayor viscosidad y tensión superficial requieren mayor cantidad de energía para su pulverización. Por lo tanto, líquidos que tengan esas propiedades con valores mayores producirán gotas mayores, manteniendo igual los demás valores arriba descritos.

PRESIÓN DE TRABAJO	CAUDAL DE BOQUILLA	ÁNGULO	TAMAÑO DE LA GOTA
Igual	Igual	Mayor	Menor
Igual	Igual	Menor	Mayor
Mayor	Igual	Igual	Menor
Menor	Igual	Igual	Mayor
Igual	Mayor	Igual	Mayor
Igual	Menor	Igual	Menor

La tabla muestra la relación de los factores caudal de boquilla, presión de pulverización y ángulo de asperjado con el tamaño de gota.

# CAUSAS Y CONTROL DE LA DERIVA

Tal como vimos en el Capítulo 1, cuando se aplican los productos fitosanitarios, la deriva es el término empleado para definir aquellas gotas que contienen el ingrediente activo y que no se depositan en el objetivo. Las gotas más propensas a la deriva son, por lo general, las gotas pequeñas, inferiores a 200 micrones de diámetro y que son fácilmente desviadas del objetivo por el viento u otras condiciones climáticas.

La deriva puede causar el depósito de productos fitosanitarios en zonas no deseadas con graves consecuencias, tales como:

- Daño a cultivos sensibles colindantes.
- Contaminación del agua.
- Riesgos para la salud de personas y animales.
- Posible sobredosificado del objetivo o blanco.

## Causas de deriva de la pulverización

Una cantidad de variables contribuyen a la deriva; éstas se deben principalmente a la puesta a punto del equipo de pulverización y a factores meteorológicos.

**Tamaño de gota:** El tamaño de las gotas es el factor de mayor influencia en relación con la deriva. Cuando una solución líquida se pulveriza a presión, se atomiza en gotas de tamaños diversos. Cuanto más pequeño es el tamaño de la boquilla y mayor la presión de pulverización, más pequeñas son las gotas y por ende mayor la proporción con tendencia a desviarse del blanco u objetivo.

### Altura de pulverización:

A medida que la distancia entre la boquilla y el objetivo aumenta, mayor es el efecto que puede tener la velocidad del viento en la deriva. La influencia del viento puede aumentar la proporción de gotas más pequeñas desviadas del objetivo y consideradas deriva. No aplique a alturas mayores que aquellas recomendadas por el fabricante de las boquillas de pulverización, y procure no pulverizar por debajo de las alturas mínimas recomendadas.

**(La altura óptima de pulverización para las boquillas de pulverización de 80° es 75 cm, y 50 cm para las de 110°.)**

### Velocidad de trabajo:

El aumento de la velocidad de trabajo puede hacer que el producto aplicado se desvíe hacia las corrientes de viento ascendentes y los vórtices detrás del pulverizador, lo cual atrapa las gotas finas y puede contribuir a la deriva.

### Velocidad del viento:

En la mayor parte del mundo la velocidad del viento varía durante el día. Por lo tanto, es importante efectuar los trabajos de pulverización con la máquina durante las horas del día relativamente calmas.

Generalmente, temprano por la mañana y al atardecer son las horas más tranquilas.

Consulte la etiqueta del producto químico para las recomendaciones sobre velocidad. Al pulverizar empleando técnicas tradicionales, las siguientes reglas prácticas aplican:

En situaciones de baja velocidad del viento, la pulverización puede efectuarse a las presiones recomendadas para las boquillas.

A medida que la velocidad del viento aumenta se deberá reducir la presión de pulverización y aumentar el tamaño de la boquilla para obtener gotas más grandes que son menos propensas a la deriva. Es recomendable tomar mediciones del viento durante la operación de pulverización utilizando un anemómetro (medidor de viento).

Trabajos realizados a campo indican que se deben realizar aplicaciones con las características adjuntas, para las velocidades de viento indicadas.

VIENTO		$D_{vo,1}$	
Hasta 7,2 km/h	≥	130	μm
Hasta 10,8 km/h	≥	140	μm
Hasta 12,0 km/h	≥	160	μm
Hasta 18,0 km/h	≥	200	μm

# Resumen

La **deriva** puede ser tratada con mucho éxito cuando se tiene un buen conocimiento de los **factores que la afectan**, así como de las **boquillas** utilizadas para su control. Un balance exitoso entre la aplicación y la protección del ambiente se logra con **boquillas anti deriva** operadas dentro de los rangos de presión recomendados por el fabricante que aseguren la efectividad del producto.

Los factores a considerar para optimizar la aplicación y lograr controlar la deriva son:

- Boquillas anti-deriva.
- Presión de trabajo y tamaño de gota.
- Flujo y tamaño de la boquilla.
- Altura de pulverización.
- Velocidad de avance.
- Velocidad del viento.
- Temperatura y humedad relativa del aire.
- Zonas de amortiguación (distancias seguras de las zonas sensibles).
- Cumplir con las instrucciones del fabricante del producto fitosanitario y de las boquillas.

# Capítulo 4

---

# Calibración de la máquina pulverizadora

---

4

# 4. Calibración de la máquina pulverizadora

---

Hoy en día, casi todos los equipos pulverizadores del mercado cuentan con electrónica aplicada al agro en su composición. Esto implica que resulta muy fácil poner la máquina en condiciones operativas. Simplemente le indico a la consola cuál es el volumen de campo objetivo y cuál es el caudal de la boquilla instalada en el botalón y listo.

El controlador del pulverizador se encargará de modificar la presión de trabajo ante cambios en la velocidad de avance para mantener constante los litros por hectárea.

Para lograr una aplicación adecuada y luego una pulverización eficiente, se deben adquirir los conocimientos básicos que llevan a esa puesta a punto indicada, así como los principios de funcionamiento de la máquina de aplicación de productos fitosanitarios.

La calibración de la máquina sigue una serie de pasos que van a variar según el tipo de pulverización a realizar: al voleo (en cobertura total) o en bandas.

**Es importante realizar la calibración del pulverizador ya que de esta forma se asegura una buena aplicación y además sirve para verificar el desgaste de las boquillas utilizadas.**

## ¡ATENCIÓN!



A fin de garantizar el cuidado del trabajador y el ambiente, previo al momento de llevar a cabo la práctica de calibración se debe asegurar la correcta limpieza de la máquina verificando que no queden restos de productos de aplicaciones anteriores. Luego, agregar agua limpia para dar comienzo a las pruebas correspondientes.



## Es importante contar con el Equipamiento necesario para realizar la calibración:

- Recipiente de calibración (jarra graduada).
- Calculadora.
- Cepillo de limpieza.
- Una boquilla pulverizadora nueva igual a la existente en la barra pulverizadora.
- Un cronómetro o reloj de pulsera con segundero.

## PASOS A SEGUIR PARA UNA PULVERIZACIÓN EN COBERTURA TOTAL

### PASO 1

#### ¡Verifique la velocidad de su equipo pulverizador!

Conocer velocidad real de su pulverizador es parte esencial de una pulverización precisa. Las indicaciones del velocímetro y algunos dispositivos electrónicos de medición a veces no son exactas debido al patinaje de las ruedas. Verifique el tiempo requerido para recorrer una franja de 30 o 60 metros en su campo. Los postes de alambrados pueden servir de marcadores permanentes.

El poste indicador del punto de partida debe estar lo suficientemente lejos para permitir que su equipo pulverizador alcance la velocidad de avance deseada. Mantenga esa velocidad a medida que viaja entre los marcadores de “partida” y “llegada”. Se obtendrá la medición más exacta con el tanque del equipo lleno hasta la mitad. Una vez que identifica los ajustes correctos de aceleración y marcha, marque su tacómetro o velocímetro para ayudarse a controlar esta parte tan importante de la aplicación exacta de productos agroquímicos.

## PASO 2

### Datos de entrada

RECUERDE VERIFICAR QUE TODAS LAS PASTILLAS INSTALADAS EN EL PORTABOQUILLAS SEAN IDÉNTICAS.

Antes de iniciar la pulverización, registre lo siguiente:

1. Volumen de aplicación recomendado l/ha
2. Velocidad medida del pulverizador km/h
3. Distancia entre boquillas cm

## PASO 3

### Cálculo del caudal por boquilla para lograr una determinada tasa de aplicación

Determine el caudal en l/min de la boquilla usando la fórmula.

$$\text{CAUDAL POR BOQUILLA} = \frac{\text{VOLUMEN DE APLICACIÓN } Q \text{ (L/ha)} \times \text{ESPACIO ENTRE BOQUILLAS } W \text{ (cm)} \times \text{VELOCIDAD } V \text{ (km/h)}}{60.000}$$

$q$  (L/min)

#### DONDE

$q$  = l/min es el caudal de una boquilla,

$Q$  = l/ha es el volumen de campo,

$W$  = es la distancia de separación entre boquillas en la barra pulverizadora medida en cm,

$V$  = km/h es la velocidad de avance del equipo, y 60.000 es el factor de conversión.

## PASO 4

### Ajuste de la presión correcta

Ponga en marcha su pulverizador y revise si hay fugas u obstrucciones.

Inspeccione y limpie, si es necesario, todas las boquillas y los filtros con un cepillo. Sustituya una boquilla y filtro con otra boquilla y filtro de igual modelo, en la barra pulverizadora.

Consulte la tabla de selección de pastillas correspondiente y determine la presión requerida para producir el caudal deseado, utilizando la fórmula expresada en el paso tres para la boquilla nueva.

Ponga en marcha su pulverizador y ajuste la presión. Recoja y mida el volumen pulverizado durante 1 minuto por la boquilla nueva en la jarra calibrada. Regule con precisión la presión hasta que recoja el caudal en l/min que indica el catálogo del fabricante.

Ahora ya tiene ajustado su pulverizador a la presión adecuada. Entregará el caudal especificado por el fabricante del producto agroquímico a la velocidad medida de su pulverizador.

## PASO 5

### Revisión del sistema

**Diagnóstico de problemas:** Ahora, mida el caudal de unas pocas boquillas al azar en cada sección de la barra pulverizadora. Verificar si el caudal de cualquiera de ellas es 10% mayor o menor que aquel de la boquilla de pulverización recién instalada. Si únicamente una boquilla está defectuosa, se debe sustituir por otra boquilla y filtro nuevos, así su sistema estará listo para pulverizar. Si una segunda pastilla está defectuosa, sustituya las boquillas de la barra pulverizadora en su totalidad. Esto puede parecer poco lógico, pero dos boquillas desgastadas en una barra son indicación más que suficiente de problemas de desgaste en las boquillas. Si sustituye sólo un par de boquillas desgastadas, se arriesga a tener problemas de aplicación potencialmente graves.

## Pulverización en bandas y dirigida

La única diferencia entre el procedimiento anterior y la calibración para la pulverización en bandas o dirigida es el valor utilizado para “W” en la fórmula del paso tres.

Para pulverización en bandas con una sola boquilla o aplicaciones sin barra pulverizadora:

$W$  = Ancho de banda pulverizada (en cm).

Para aplicaciones dirigidas con boquillas múltiples:

$W$  = Distancia entre líneas (en cm) dividida por el número de boquillas por línea.

## LA IMPORTANCIA DE CONTAR CON INFORMACIÓN SOBRE TAMAÑO DE GOTA

Con lo expuesto previamente queda clara la importancia de conocer las características de la pulverización producida por las distintas boquillas. Esa información puede ser considerada por muchos como complicada o difícil de ser comprendida en la práctica, de manera que poca ayuda puede brindar a los usuarios. Lo que debe quedar bien claro, sean técnicos o usuarios, es que una pulverización, como un todo, va a sufrir la influencia del medio ambiente (deriva y evaporación) provocando menor o mayor cantidad de pérdidas de acuerdo con el mayor o menor tamaño de gotas que ésta tenga. Por otro lado, las ventajas de producir pulverizaciones con gotas pequeñas están ligadas a la posibilidad de aumentar la cobertura del objetivo. Esas relaciones ya fueron abordadas previamente, se constituyen en los conceptos básicos de tecnología de aplicación, estos deben ser observados y administrados de manera que el punto de equilibrio entre los factores sea encontrado con buen criterio y análisis de la situación.

Para divulgar más racionalmente la información sobre tamaño de gotas pulverizadas por diferentes pastillas a diferentes presiones de trabajo, se utiliza el concepto de Calidad de Pulverización desarrollado por el Consejo Británico para la Protección de Cultivos (BCPC - British Crop Protection Council) que permite a los usuarios elegir en forma razonable las pastillas a utilizar para obtener los mejores resultados. Estas especificaciones fueron posteriormente conformadas mediante la Norma S572.1 de ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers).

Actualmente, las pulverizaciones son divididas en ocho categorías: Extremadamente fina, Muy fina, Fina, Mediana, Gruesa, Muy gruesa, Extremadamente gruesa, Ultra gruesa.

A continuación, un ejemplo de recomendación realizada por la Universidad de Illinois en sus manuales para aplicadores de pesticidas sobre la calidad de pulverización recomendada según modo de acción. Estas recomendaciones vienen de las compañías químicas y también de organismos de investigación. **CUADRO EN ANEXO PÁGINA 90.**

CATEGORÍA	SÍMBOLO	DV0.5 (DVM) $\mu\text{m}$
Extremadamente Fina	EF	~ 50
Muy Fina	MF	<136
Fina	F	136-177
Mediana	MF	177-218
Gruesa	G	218-349
Muy Gruesa	MG	349-428
Extremadamente Gruesa	EG	428-622

Las clasificaciones de tamaño de gotas se basan en las especificaciones de BCPC y en conformidad con la norma S572.1 de ASABE a la fecha de impresión de este documento. Las clasificaciones están sujetas a cambios.

Una vez definido el caudal de una boquilla deberemos escoger el modelo correcto en función de la recomendación del fabricante del producto químico sobre la calidad de pulverizado, es decir, el tamaño de gota adecuado para ese producto. Esta información está disponible en las tablas de boquillas para cada modelo y presión en los catálogos de todos los fabricantes de boquillas. Figura el código de color según el standard ANSI/ASAE S572.2 JUL2018 ‘ - Spray Nozzle Classification by Droplet Spectra. **CUADRO EN ANEXO PÁGINA 91.**

# Capítulo 5

---

# Calidad del agua

---

5

# 5. Calidad del agua

---

Una vez definido el momento y los productos a emplear, debe realizarse un control en el agua de aplicación, ya que es el principal medio de transporte y de dilución de los productos fitosanitarios.

**Conocer qué calidad de agua se posee permitirá decidir si es necesario realizar una corrección antes de iniciar la mezcla en el tanque.**

Todos los productos han sido desarrollados para ser aplicados solos y con agua como vehículo. En ocasiones, tal vez no sea el mejor vehículo, pero es lo más abundante y barato que nos ofrece la naturaleza y su calidad está íntimamente relacionada con la performance de los mismos.

El agua normalmente tiene en su medio diferentes cationes como sodio, potasio, magnesio, calcio, hierro, aluminio y aniones como cloruros, carbonatos y sulfatos que la conforman. Dependiendo de la presencia de los diferentes iones, puede variar su pH y la calidad. Un agua tiende a ser neutra cuando su pH es cercano a 7 y posee mayoritariamente iones monovalentes en solución (como sodio, potasio, cloruros y sulfatos). Cuando se encuentran presentes iones bivalentes o carbonatos, pueden originar aguas duras o alcalinas.

**Las principales características que deben tenerse en cuenta son: el pH, la dureza, la alcalinidad, la turbidez y el contenido de materia orgánica.**

## PH

Es importante conocer el pH del agua a emplear, ya que la mayoría de los productos fitosanitarios tienen una mayor vida en soluciones ácidas que alcalinas. Un buen comportamiento se encuentra entre pH 4 y 6. Normalmente el pH del agua tiende al neutro, por tanto, se recomienda la corrección previa a la carga de los formulados, de lo contrario los productos se descomponen por hidrólisis.

## Dureza

Hace referencia a la cantidad de cationes presentes en un volumen determinado de agua, principalmente debido a sales de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ).

**La dureza se expresa normalmente como equivalente de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) debido a la mayor proporción de estos cationes. Las unidades más empleadas son miligramos de cationes por litro de agua (mg/l) o partes por millón (ppm), Ver cuadro:**

Concentración $\text{Ca}^{2+}$ y $\text{Mg}^{2+}$ (mg/l o ppm)	Características
0 - 75	Agua blanda
76 - 150	Agua semidura
151 - 300	Agua dura
> 300	Agua muy dura

El pH del agua con presencia de estos iones puede ser cercano a 7 y no superar el pH 8-8.5 aun siendo salina o muy salina. Es importante entonces realizar un análisis físico-químico del mismo, para detectar la dureza.





Cuando la concentración de estos cationes es elevada, y no se corrige, pueden generar complejos con los aniones de los principios activos, neutralizando y reduciendo la disponibilidad de los mismos en el caldo de aplicación, afectando la concentración final y su eficacia. Por lo tanto, es importante secuestrar estos iones antes de iniciar la carga del tanque con los formulados.

Al momento de realizar las correcciones en el agua, puede ocurrir que empleando un secuestrante de cationes el pH disminuya o no, por lo tanto, debe evitarse emplear correctores de efectos combinados (secuestrante + corrector de pH) sin evaluar primero cuál es el factor más limitante.

## Alcalinidad

Se encuentra asociada a la presencia mayoritariamente de cationes monovalentes como sodio y potasio, además de aniones como carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. El pH es normalmente más básico pudiendo alcanzar a 9.5. Son las llamadas aguas salinas blandas.

Si no se corrige, el pH alcalino puede generar degradación o hidrólisis de los principios activos, produciendo una disminución o pérdida de los mismos, por tanto, pueden emplearse correctores como sustancias buffer, que mantienen la estabilidad del caldo de aplicación en un intervalo de pH adecuado independientemente del pH de los principios activos que se adicionen.

Debe recordarse que estos correctores deben agregarse al tanque de la pulverizadora previo a la adición de formulados.

## Turbidez y contenido de materia orgánica

El agua que se emplea para las pulverizaciones se extrae normalmente de áreas superficiales como arroyos, lagunas o estanques o subterráneas como acuíferos, pudiendo contener partículas en suspensión que, en alto grado, pueden generar turbidez.

De las partículas presentes tienen principal importancia las arcillas y la materia orgánica, ya que presentan en su superficie cargas negativas que absorben de manera diferencial a los iones de los principios activos, reduciendo su disponibilidad en el caldo de aplicación.

El grado de absorción a las partículas es variable y depende de las características propias de cada producto fitosanitario, propiedad que se conoce mediante la constante de adsorción (Kd). Así habrá principios activos que serán más susceptibles a otros frente a estas cargas negativas.

Teniendo en cuenta este parámetro, es importante emplear acidificantes para neutralizar las cargas de las partículas (puede generar precipitados).



# A considerar...

- Realizar las correcciones del agua antes de adicionar los formulados. Tener en cuenta que este proceso demora por las reacciones químicas.
- Realizar la mezcla de productos en el tanque lo más cercano posible al momento de aplicación. Para evitar pérdidas de principios activos.
- La corrección del pH en aguas duras no garantiza el secuestro de cationes.
- Cargas de tanques para días sucesivos puede generar pérdida de principios activos por hidrólisis, separación de fases u otras reacciones, por tanto, no se recomienda esta práctica.

# Capítulo 6

---

# Productos fitosanitarios

---

6

# 6. Productos fitosanitarios

---

## PRODUCTOS FITOSANITARIOS

### TIPOS DE FORMULADOS

Es importante conocer la naturaleza de los productos utilizados que se presentan comercialmente como formulados con distintas propiedades físicas y químicas, según el propósito buscado (precio, volumen, concentración de principio activo, tipo de formulado, otros).

Un formulado se encuentra conformado por el principio activo (p.a.), que es la droga que ejerce acción plaguicida, y por sustancias auxiliares denominadas formulantes (adyuvantes), que tienen como fin acondicionar al mismo de forma adecuada para su uso.

Se detallan a continuación los tipos de formulaciones que se presentan en el mercado, entre ellas las que ofrece Syngenta:

### Formulaciones Sólidas

#### Polvos solubles (SP)

Cuando se introduce esta formulación sólida en el agua del tanque y se mezcla, el principio activo y sus formulantes se disuelven por completo, generando una solución homogénea que no requiere agitación. Se debe tener cuidado en su manipulación por la volatilidad del polvo.



### **Polvos mojables (WP)**

Estos formulados están constituidos por partículas de principio activo que, al mezclarse con el medio acuoso y quedar en reposo, decantan formando dos fases. Es importante en estos casos, una vez realizada la mezcla con el agua, que se mantenga una agitación constante para evitar el precipitado y pérdida de calidad de aplicación.

### **Gránulos dispersables en agua (WG)**

Tienen iguales requerimientos que los polvos mojables. Una vez disueltos en el medio acuoso, las partículas de los principios activos permanecen en suspensión, por ello es imprescindible mantener la agitación del agua del tanque de pulverización para evitar precipitados.

### **Gránulos solubles (SG)**

Al igual que los polvos solubles, al adicionarse los gránulos al agua y mezclarlos, se disuelven formando una sola fase que no requiere agitación. Muy pocos productos son presentados bajo esta forma debido a que los principios activos normalmente son insolubles en agua.

## **Formulaciones Líquidas**

### **Suspensiones concentradas (SC)**

Son presentaciones donde el principio activo es sólido y se encuentra disperso en un medio acuoso, ya sea aceite, agua u otro solvente. Es importante agitar el envase antes de introducir la suspensión al tanque, ya que las partículas suspendidas tienden a precipitar. Cuando se adiciona al tanque, se requiere agitación constante. Con respecto al manejo del producto son más estables que los polvos, porque las partículas de principio activo se encuentran en suspensión.

### **Suspensiones de encapsulados o microencapsulados (CS)**

Consisten en pequeñas cápsulas de polímeros suspendidas en agua, que contienen en su interior al principio activo en estado sólido, líquido o disuelto en un medio acuoso. Cuando son aplicadas, la fina película del polímero se rompe liberando al p.a. Es importante mantener la agitación del tanque para que haya una distribución homogénea de los encapsulados.

## **Suspo-emulsiones (SE)**

Consiste en una mezcla de una emulsión acuosa concentrada (EW) y una suspensión concentrada (SC) en un medio acuoso. Normalmente se formulan cuando se necesitan ambos principios activos, pero estos poseen diferentes características físicas. Como todas las formulaciones líquidas, debe mantenerse la agitación del tanque para una mezcla homogénea.

## **Concentrados emulsionables (EC)**

Este tipo de formulación es la más empleada, debido a que muchos principios activos son solubles en solventes no polares. Consiste en una disolución del p.a. en un solvente y un emulsionante. El concentrado se introduce en el agua de aplicación, formando una emulsión. Como ambos líquidos son inmiscibles entre sí, se encontrarán en la mezcla los glóbulos del solvente que contienen al p.a., el emulsionante que tendrá la función de mantenerlos dispersos y el medio dispersante que es el agua. Es imprescindible que se mantenga la agitación del agua del tanque para evitar separación de fases.

## **Micro emulsiones (ME)**

Son formulaciones a base de agua, con gotas emulsionadas de tamaño pequeño. Los componentes solubles e insolubles en agua forman un líquido visualmente homogéneo y transparente. Puede haber uno o más ingredientes activos en la fase acuosa, en la fase no acuosa o en ambas fases. Son termodinámicamente estables, aunque en rangos acotados de temperatura. Se tratan de manera similar a los EC, prestando atención a las instrucciones de almacenamiento de la formulación.



## Concentrados solubles (SL)

Son las formulaciones más sencillas, líquidas homogéneas, donde el principio activo se encuentra disuelto y que al ser integradas al agua forman una solución verdadera. Pueden existir algunos que se disuelvan en solventes orgánicos. Son estables una vez formada la solución, por eso no requiere agitación continua.



## Formulantes (adyuvantes)

Los formulantes tienen como función acondicionar al principio activo, ya sea para que éste optimice su comportamiento en el momento de la aplicación y/o para que se encuentre estable en la formulación. Podría decirse que en promedio aparte del principio activo hay más de diez sustancias formulantes que lo acompañan para su acondicionamiento y acción final.

Entre las propiedades de los formulantes se encuentran:

### Antiaglutinantes

Son sustancias sólidas que, por sus propiedades, evitan el aglutinamiento (formación de tortas compactas) de las partículas de principio activo.

### Anticongelantes

Generalmente son glicoles, que tienen por función disminuir el punto de fusión de los formulados, estabilizarlos en bajas temperaturas y evitar su congelación cuando se almacenan.

### Antiespumantes

Se incorporan a las formulaciones para evitar que formen espuma en el proceso de fabricación y envasado.

### Correctores de pH

Son buffer que mantienen el pH de la formulación en un rango en el cual el principio activo no se descomponga o precipite.

### Dispersantes

Se emplean en las formulaciones que poseen dispersiones de principios activos sólidos en agua o solvente, para mantener las partículas alejadas entre sí y evitar el aglutinamiento o formación de flóculos durante la vida útil de la formulación.

## Espesantes

Se emplean para aumentar la viscosidad de las formulaciones y retardar la sedimentación de las partículas.

## Mojantes

Se usan en las formulaciones que son dispersiones de sólidos en agua, su función es hacer que las partículas del sólido se mojen rápidamente durante el proceso de formulación evitando la formación de flóculos. Actúan disminuyendo la tensión superficial de la fase acuosa de la formulación.

## Preservantes o biocidas

Son sustancias que evitan la formación de hongos o bacterias en las formulaciones durante su vida útil.



# Capítulo 7

---

## Orden de mezclas y limpieza de tanque

---

7

# 7. Orden de mezclas y limpieza de tanque

---


Conociendo las propiedades de cada formulado, las condiciones del ambiente y la calidad de agua que se posee, el orden de adición es otro factor a considerar para reducir los errores que causen una disminución en la eficacia de aplicación.

Hoy en día se hace muy difícil realizar el manejo del cultivo con varias aplicaciones individuales, por ello se busca optimizar cada aplicación realizando una adición de diferentes formulados a la mezcla del tanque. Las mezclas pueden tener por objetivo ampliar el espectro de acción, lograr sinergismo, controlar una o más plagas en un momento dado, ser preventivas, ahorrar tiempo y pasadas con la maquinaria, reducir costos, etc.

Es en ese momento cuando hay que prestar mucha atención a qué productos se van a adicionar y en qué orden van a realizarse, ya que cargas de tanque erróneas

pueden causar reacciones que alteren la mezcla, pudiendo formar precipitados, flóculos, separación de fases, incompatibilidades químicas donde un producto puede reaccionar con otro dejándolo inactivo o al momento de ser aplicados no poder ser aprovechados por la planta o el blanco objetivo.

**Es importante aclarar que no existe un único modelo de adición de productos en el tanque, hay muchas formas de realizarlo, pero éstas variarán en función del tipo de formulado y la calidad que éste posea. En consecuencia, la adición que se presentará es la que se considera más adecuada a criterio de los profesionales experimentados. Es importante tener en cuenta que este orden de adición es sugerido y no reemplaza el propuesto por el marbete de cada producto.**



En caso de nuevas mezclas o empleo de nuevos productos, realizar el orden de adición en una muestra más pequeña, a escala, en un envase de poco volumen, para ver si presentan alguna incompatibilidad.

Características que pueden presentar mezclas incompatibles al momento de finalizar la adición o al minuto de prepararse: flóculos, precipitados, cuajado del medio, elevación de temperatura. En estos casos no se recomienda el orden de adición realizado ni la aplicación.

Si hay separación de fases o precipitados después de cinco o diez minutos, puede realizarse la aplicación con agitación continua.

En los casos en que la mezcla de productos no presente separación de fases pasados los treinta minutos, la mezcla no posee incompatibilidades.

Recordar manipular todos los productos con responsabilidad y con el equipo de protección adecuado.

Preparar la cantidad adecuada de caldo de aplicación para evitar remanentes y no demorar en iniciar el asperjado porque las mezclas pueden separarse o ser inestables con el tiempo. Nunca preparar un caldo de aplicación para días subsiguientes, ya que pueden degradarse los principios activos por cambios en el pH, generar reacciones químicas internas como hidrólisis, separación de fases. Los factores ambientales también pueden afectarlo, como las bajas temperaturas nocturnas.

# PASOS PARA LA ADICIÓN DE FORMULADOS

- a. Previamente a la adición de los productos, el tanque de la pulverizadora debe encontrarse limpio.
- b. Cargar el tanque con agua limpia a mitad o  $\frac{3}{4}$  de su capacidad.
- c. Encender el agitador para que circule el agua en el sistema.
- d. Acondicionar el agua con los secuestrantes, correctores pH. Recordar que el proceso puede demorar un tiempo.
- e. Agregar las formulaciones sólidas directo al tanque. Leer la etiqueta para conocer la necesidad de realizar una pre dilución (pasta fluida o slurry) según el producto.

## INICIAR CON LAS FORMULACIONES SÓLIDAS:

- |                                |   |   |
|--------------------------------|---|---|
| <b>f. Polvos mojables (WP)</b> | <b>Gránulos dispersables (WG)</b><br>Herbicidas: Bicep® Pack Gold, Clearsol® DF, Gesaprim® 90WDG.<br>Insecticidas: Actara®, Chess® 50 WG, Curyom Fit UV, Proclaim® Forte.<br>Fungicidas: Elatus®, Ridomil® Gold 68 WG, Switch® 62,5 WG, Peak® Pack L. | <b>Gránulos solubles (SG)</b><br>Insecticidas: Actara® 75 SG. |
|--------------------------------|---|---|

## ANTES DE ADICIONAR LAS FORMULACIONES LÍQUIDAS, AGITAR BIEN LOS ENVASES:

- |  |   |
|--|---|
| <b>g. Suspensión concentrada (SC)</b><br>Herbicidas: Callisto®, Cerillo®, Gesagard® 50, Perdure®, Enelan TM, Vesdua TM.<br>Insecticidas: Vertimec® 8.4SC, Voliam Flexi®, Voliam Targo®, Minecto Pro.<br>Fungicidas: Amistar®, Amistar® Top, Amistar® Xtra, Daconil® 72F, Graduate A+®, Miravis® Duo, Miravis® Top, Reflect® Xtra, Revus® Top, Scholar® 23SC, Tecto® 50 SC.<br><b>Suspensión de encapsulados (CS)</b><br>Insecticidas: Karate® con tecnología Zeon.<br><b>Suspo-emulsiones (SE)</b> | <b>Concentrado emulsionable (EC)</b><br>Herbicidas: Acuron® Gold, Acuron® Pack, Axial®, Bicep® Pack Gold, Boundary®, Dual Gold®, Eddus®, Voleris TM.<br>Insecticidas: Curyom®, Match®.<br>Fungicidas: Bogard®, Topas®.<br><b>Micro Emulsiones (ME)</b><br>Herbicidas: Beker NT.<br><b>Concentrado soluble (SL)</b><br>Herbicidas: Acuron® Pack, Acuron® Uno, Banvel®, Flex®, Flexstar® GT, Gramoxone Super®, Peak® Pack L, Reglone®, Sulfosato®Touchdown. |
|--|---|

- h. Otros adyuvantes como aceites o surfactantes.
- i. Terminar de cargar el tanque e iniciar la aplicación.

IMAGEN EN ANEXO PÁGINA 92.

# A considerar...

- Nunca mezclar formulados puros.
- Entre adiciones de formulados, dejar que se mezcle bien en el caldo de aplicación.
- Siempre leer el marbete del producto, el orden presentado es sugerido y no pretende reemplazar a los recomendados por los fabricantes de cada producto.
- Recordar respetar los volúmenes de aplicación ya que menores litros de agua pueden acarrear problemas de incompatibilidad.
- Ante dudas en el orden de adición de fitosanitarios, es recomendable realizar una mezcla de compatibilidad en pequeña escala para asegurarnos que no existe incompatibilidad entre los mismos.
- Frente a una emergencia o duda, comuníquese con el **Centro de consultas toxicológicas TAS 0-800-888-8694.**

# LIMPIEZA DE TANQUE

Finalizada la aplicación de fitosanitarios, debe realizarse la limpieza del tanque de pulverización. La misma debe realizarse tanto de forma interna como externa para evitar la adherencia de productos en las superficies.

El primer enjuague del tanque que posee restos de p.a. debe ser aplicado en lotes de cultivos registrados para esos productos y que no excedan las dosis recomendadas.

Posteriormente se realizará la limpieza del tanque, que a diferencia del enjuague consiste en emplear desincrustantes, emulsificantes y neutralizantes de principios activos que puedan quedar adheridos a las paredes del tanque o en las vías de pulverizado.

Limpiezas inadecuadas pueden acarrear posteriores problemas como quemado o fitotoxicidad en cultivos siguientes, desgaste de piezas, etc.

Si no se realiza la limpieza, aun pasados varios meses, los productos que quedaron adheridos en las paredes pueden solubilizarse en la mezcla de un nuevo caldo, por pH, otros productos, adyuvantes o fertilizantes, afectando el resultado final de la aplicación.

Los herbicidas hormonales, las sulfonilureas, los inhibidores de la protoporfirinógeno oxidasa (PPO) son de los herbicidas que pueden generar mayores inconvenientes.

Para la limpieza de tanques existen diferentes detergentes comerciales que tienen las funciones antes mencionadas. Para cada principio activo hay diferentes limpiadores que se presentan a continuación.

CUADRO EN ANEXO PÁGINA 93.



Fitotoxicidad de glufosinato de amonio por mala limpieza de tanque  
(José Ignacio, 01/03/2017)

# Capítulo 8

---

# Uso seguro y responsable de productos fitosanitarios

---

88

# 8. Uso seguro y responsable de productos fitosanitarios

---

El Manejo Seguro y Responsable de Fitosanitarios se constituye como una herramienta fundamental dentro de las Buenas Prácticas Agrícolas, no sólo por su importancia en la búsqueda de satisfacer consumidores altamente exigentes en términos de calidad e inocuidad, sino también a la hora de proteger el ambiente y la salud de las personas.

## **CICLO DE VIDA DE LOS PRODUCTOS**

Desde Syngenta realizamos un acompañamiento de los productos durante toda la vida de los mismos mediante sus programas de Manejo Responsable, pero es importante destacar que el Uso Seguro y Responsable de Productos es un deber de todos los actores durante todas las etapas que atraviesa el producto.

## Las etapas que conforman el Ciclo de Vida de los Productos son:

La compra, el transporte, el almacenamiento, antes de la aplicación, durante la aplicación, después de la aplicación, gestión de envases y registro de actividades.

Por ello abarca a las empresas que lo formulan, elaboran y fraccionan, los transportistas, los distribuidores, aplicadores, productores, asesores, Centros de Almacenamiento Transitorios (CAT) de envases vacíos, y toda persona que se relacione directa e indirectamente con productos fitosanitarios.



# CINCO REGLAS DE ORO DE LOS FITOSANITARIOS

Las Cinco Reglas de Oro de Syngenta constan de una serie de recomendaciones que buscan lograr la correcta manipulación de los productos fitosanitarios durante las ocho etapas del ciclo de vida.





# Regla N°1: Tener precaución en todo momento

Es importante destacar que estamos manipulando productos con toxicidad por lo que implica un riesgo para nuestra salud y el ambiente. Por lo tanto, siempre debemos tener precaución durante todos los procedimientos:

## **Transporte:**

El transporte de productos suele ser un punto crítico a la hora de la seguridad y cuidado del ambiente. Se deben transportar los productos separados del conductor y los pasajeros, el espacio debe estar seco, limpio y libre de objetos salientes que pudieran perforar el envase. Tampoco deben compartir el lugar con animales, alimentos y piensos. Los productos deben estar sujetos y tapados.

## **Aplicación:**

Durante la aplicación se deberá controlar que las condiciones ambientales sean las adecuadas. Aplicando siempre con la dirección del viento contraria a zonas sensibles (como viviendas, explotaciones productivas, hospitales, escuelas, etc.)

## **Almacenamiento:**

Los sitios de almacenamiento deben ubicarse alejados de cursos de agua y viviendas, deben estar cerrados impidiendo el acceso a niños y personas no idóneas, y disponer de medidas de seguridad que protejan la salud de las personas y el ambiente (bien ventilado, piso impermeable, kit anti-derrame, señalética, teléfonos de emergencia, entre otros).

## **Gestión de Envases:**

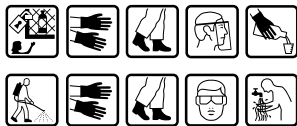
Realizar el Triple Lavado o Lavado a Presión de los envases vacíos de fitosanitarios (NORMA IRAM 12069). Recordar efectuar dicha práctica con los EPP colocados y volcar en el tanque de la pulverizadora el agua generada del lavado. Cumpliendo con la Ley 27.279 los envases vacíos de fitosanitarios deben ser entregados en el Centro de Almacenamiento Transitorio (CAT) más cercano a fin de asegurar un tratamiento diferenciado del plástico fomentado una economía circular.



# Regla N°2: Lea y comprenda la etiqueta

Antes de iniciar la aplicación, es necesario leer y por sobre todo comprender la información que contiene la etiqueta. Además de las plagas a combatir, la dosis recomendada y condiciones ambientales, debemos entender los equipos de protección recomendados, el periodo de carencia del producto, el periodo de reingreso y las precauciones ambientales (toxicidad para peces, abejas, aves) y en este caso asegurarse de realizar las medidas de mitigación que figuran en la etiqueta. Cumplir con éstas, así como el resto de las recomendaciones que figuran es nuestra responsabilidad y debemos respetarlas simplemente leyendo la etiqueta.

## ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)



Antes  
y durante



Durante  
y después

## RECOMENDACIONES DE APLICACIÓN

DOSIS VOLUMEN

CONDICIONES AMBIENTALES

CULTIVO Y ADVERSIDADES



## TELÉFONOS DE EMERGENCIA



Primeros  
Auxilios



## NIVEL DE TOXICIDAD

**Clase Ia**

Extremadamente  
peligroso

**Clase Ib**

Altamente  
peligroso

**Clase II**

Ligeramente  
peligroso

**Clase III**

Moderadamente  
peligroso

**Clase IV**

Normalmente  
no ofrece peligro



## Regla N°3: Practique una buena higiene personal

Luego de una aplicación los equipos de protección personal reutilizables deben lavarse en áreas destinadas para ello –lejos de fuentes de agua, animales y personas–, y separadamente de la ropa de uso diario. En cambio, los elementos desechables del equipo de protección personal deben reemplazarse luego de cada uso. Dichos elementos no deben lavarse o reutilizarse porque pueden perder sus cualidades de protección y su eficacia en el uso.

No se puede fumar, ingerir alimentos o bebidas cuando se está manipulando productos para la protección de cultivos.

Es esencial que al finalizar el día de trabajo el usuario se bañe con abundante agua y jabón.





## Regla N°4: Use equipos de protección personal (EPP)

Los EPP deben ser utilizados antes y durante la aplicación: desde las mezclas de productos, durante la aplicación, y el lavado de los equipos y del triple lavado de envases. Para conocer cuáles se deben utilizar según el caso se debe leer la etiqueta además de la Hoja de Seguridad del producto a aplicar. Los EPP son la última barrera para el ingreso de productos por principales vías de ingreso: Absorción dermal, vía oral y vía respiratoria; reduciendo al mínimo el riesgo de intoxicación.



**CABEZA**  
Capucha o Gorro  
Impermeable



**VÍAS  
RESPIRATORIAS**  
Máscara



**TORSO**  
Pantalón y Casaca  
Overol / Delantal  
Impermeable



**OJOS**  
Antiparra  
o Capucha



**MANOS**  
Guantes



**PIES**  
Botas  
Impermeables





## Regla N°5: Mantenga en óptimas condiciones el equipo de aplicación

Siempre se debe revisar que el equipo de aplicación esté en buenas condiciones y sea seguro para el uso (que no presente goteo, daño en las correas de las aspersoras, etc). Reparar inmediatamente todo escape que detecte en los equipos de aspersión. Siempre es útil tener herramientas de emergencia a mano en caso de que se necesite realizar reparaciones.

Los equipos de aplicación deben ser lavados con frecuencia. Dicha acción da como resultado aguas sucias que sin el adecuado tratamiento pueden llegar a causar daños en el ambiente. Para este proceso se recomienda la implementación de Camas Biológicas o Biobeds.

Su funcionalidad radica en la generación de una matriz biológicamente activa que retiene y degrada los agroquímicos.



En Syngenta el Manejo Responsable de Productos, así como las Buenas Prácticas Agrícolas cumplen un rol esencial. Desde el Área de Negocios Responsables y Sustentables se fortalece los compromisos de la compañía con el “código internacional de conducta para la distribución y utilización de fitosanitarios de la FAO”. Así, las Cinco Reglas de Oro para un Uso Seguro y Responsable de Fitosanitarios constituyen un mecanismo importante a fin de realizar un acompañamiento eficaz a cada uno de sus productos, durante todo el ciclo de vida.





**Anexo**



CÓDIGO DE COLOR VISIFLO	PRESIÓN DE LÍQUIDO	CAPACIDAD DE UNA BOQUILLA
01	40 PSI (2.8 bar)	0.10 GPM (0.38 l/min)
015	40 PSI (2.8 bar)	0.15 GPM (0.57 l/min)
02	40 PSI (2.8 bar)	0.20 GPM (0.76 l/min)
025	40 PSI (2.8 bar)	0.25 GPM (0.95 l/min)
03	40 PSI (2.8 bar)	0.30 GPM (1.14 l/min)
04	40 PSI (2.8 bar)	0.40 GPM (1.56 l/min)
05	40 PSI (2.8 bar)	0.50 GPM (1.89 l/min)
06	40 PSI (2.8 bar)	0.60 GPM (2.27 l/min)
08	40 PSI (2.8 bar)	0.80 GPM (3.79 l/min)
10	40 PSI (2.8 bar)	1.00 GPM (3.79 l/min)
15	40 PSI (2.8 bar)	1.50 GPM (5.68 l/min)
20	40 PSI (2.8 bar)	2.00 GPM (7.57 l/min)

COD.	BAR	TAMAÑO DE GOTA	CAPACIDAD DE UNA BOQUILLA EN l/min
TT 11001 (100)	1,0	C	0,23
	2,0	M	0,32
	3,0	M	0,39
	4,0	F	0,45
	5,0	F	0,50
	6,0	F	0,55
TT 11001 (100)	1,0	VC	0,23
	2,0	M	0,32
	3,0	M	0,39
	4,0	F	0,45
	5,0	F	0,50
	6,0	F	0,55
TT 11001 (100)	1,0	VC	0,23
	2,0	C	0,32
	3,0	M	0,39
	4,0	M	0,45
	5,0	F	0,50
	6,0	F	0,55

ESPECTRO DE GOTAS (ASABE S572.1)	INSECTICIDAS Y FUNGICIDAS DE CONTACTO	INSECTICIDAS Y FUNGICIDAS SISTÉMICOS	HERBICIDAS DE CONTACTO (FOLIAR)	HERBICIDAS SISTÉMICOS (FOLIAR)	HERBICIDAS APLICADOS AL SUELO	HERBICIDAS APLICADOS AL SUELO CON INCORPORACIÓN
Muy Fina (VF)						
Fina (F)	●					
Mediana (M)	●	●	●	●		
Gruesa (C)		●		●	●	●
Muy Gruesa (VC)					●	●
Extremadamente Gruesa (XC)						●

University of Illinois- Illinois Pesticide Applicator Manual: General Standards

$$A = \frac{B+C}{D}$$

## Drop Size Classification

Nozzle selection is often based upon droplet size. The droplet size from a nozzle becomes very important when the efficacy of a particular plant protection chemical is dependent on coverage, or the prevention of spray leaving the target area is a priority.

The majority of the nozzles used in agriculture can be classified as producing droplets in the range of fine to ultra coarse droplets. Nozzles that produce droplets in the finer to middle portion of the range are usually recommended for post-emergence contact applications, which require excellent coverage on the intended target area. This may include herbicides, insecticides and fungicides. Nozzles producing droplets from the middle to coarser end of the range, while offering less thorough

surface coverage, provide significantly improved drift control. These nozzles are commonly used for systemic and pre-emergence surface applied herbicides.

An important point to remember when choosing a spray nozzle that produces a droplet size in one of the eight categories is that one nozzle can produce different droplet size classifications at different pressures.

A nozzle might produce medium droplets at low pressures, while producing fine droplets as pressure is increased.

Droplet size classes are shown in the following tables to assist in choosing an appropriate spray tip.

Category	Symbol	Color Code
Extremely Fine	XF	Orange
Very Fine	VF	Red
Fine	F	Yellow
Middle	M	Light Green
Coarse	C	Green
Very Coarse	VC	Dark Green
Extremely Coarse	XC	Blue
Ultra Coarse	UC	Black

Droplet size classifications are based on BCC specifications and in accordance with ASABE Standard S572.1 at the date of printing. Classifications are subject to change.

$$A = \frac{B+C}{D}$$

A1 TeeJet® (A1)

	bar												
		2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	8.0
A1B0015	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1B002	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1B0025	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1B003	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1B1004	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1B005	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1B006	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1I10015	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1I1002	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1I10025	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1I1003	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1I1004	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1I1005	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1I1006	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1I1008	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC

A1 TeeJet® (A1 E)

	bar								
		2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	
AP50015E	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	C	C
AP502E	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	C	C
AP5025E	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	C	C
AP503E	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	C	C
AP504E	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	C	C
AP505E	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	C	C
AP506E	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	C	C
AP508E	UC	UC	XC	XC	XC	XC	XC	C	C

A13070 TeeJet® (A13070)

	bar						
		1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
A13070-015	UC	C	C	C	M	M	M
A13070-02	XC	C	C	C	C	C	M
A13070-025	XC	C	C	C	C	C	M
A13070-03	XC	XC	C	C	C	C	M
A13070-04	UC	XC	XC	VC	VC	C	C
A13070-05	UC	XC	VC	VC	VC	C	C

A1C TeeJet® (A1C)

	bar												
		2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	8.0
A1C110015	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1C11002	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1C110025	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1C11003	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1C11004	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1C11005	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1C11006	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1C11008	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1C11010	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
A1C11015	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC

A1UB TeeJet® (A1UB)

	bar							
		2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
A1UB8502	UC	XC	XC	XC	VC	VC	C	C
A1UB85025	UC	XC	XC	XC	VC	VC	C	C
A1UB8503	UC	XC	XC	XC	VC	VC	C	C
A1UB8504	UC	XC	XC	XC	VC	VC	C	C

Air Induction Turbo TwinJet® (AITTJ60)

	bar											
		1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0
AITTJ60-11002	XC	VC	VC	VC	C	C	C	C	C	C	M	
AITTJ60-110025	XC	VC	VC	VC	C	C	C	C	C	C	M	
AITTJ60-11003	XC	XC	XC	VC	VC	VC	C	C	C	C	M	
AITTJ60-11004	UC	XC	XC	VC	VC	VC	C	C	C	C	M	
AITTJ60-11005	XC	XC	XC	VC	VC	VC	C	C	C	C	M	
AITTJ60-11006	UC	XC	XC	VC	VC	VC	C	C	C	C	M	
AITTJ60-11008	UC	UC	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
AITTJ60-11010	UC	UC	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
AITTJ60-11015	UC	UC	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC

A1XR TeeJet® (A1XR)

	bar											
		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
A1XR110015	XC	VC	VC	C	C	C	C	M	M	M	M	M
A1XR11002	XC	XC	VC	VC	C	C	C	C	C	M	M	M
A1XR110025	XC	XC	VC	VC	VC	C	C	C	C	C	M	M
A1XR11003	XC	XC	XC	XC	VC	VC	C	C	C	C	C	C
A1XR11004	UC	XC	XC	XC	XC	VC	VC	VC	C	C	C	C
A1XR11005	UC	XC	XC	XC	XC	VC	VC	VC	VC	C	C	C
A1XR11006	UC	XC	XC	XC	XC	VC	VC	VC	VC	C	C	C

DG TwinJet® (DGTJ60)

	bar					
		2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
DGTJ60-110015	F	F	F	F	F	F
DGTJ60-11002	M	M	M	M	F	F
DGTJ60-11003	M	M	M	M	F	F
DGTJ60-11004	C	C	C	C	C	C
DGTJ60-11006	C	C	C	C	C	C
DGTJ60-11008	C	C	C	C	C	C

DG TeeJet® (DG)

	bar					
		2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
DG80015	M	M	M	M	M	F
DG8002	C	M	M	M	M	M
DG8003	C	M	M	M	M	M
DG8004	C	C	M	M	M	M
DG8005	C	C	M	M	M	M
DG110015	M	F	F	F	F	F
DG11002	M	M	M	M	M	M
DG11003	C	M	M	M	M	M
DG11004	C	C	M	M	M	M
DG11005	C	C	C	M	M	M

TeeJet® (TP)

	bar					
		2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
TP8001	F	F	F	F	F	F
TP80015	F	F	F	F	F	F
TP8002	F	F	F	F	F	F
TP8003	F	F	F	F	F	F
TP8004	M	M	M	M	F	F
TP8005	M	M	M	M	M	F
TP8006	M	M	M	M	M	M
TP8008	C	M	M	M	M	M
TP11001	F	F	F	F	F	VF
TP110015	F	F	F	F	F	F
TP11002	F	F	F	F	F	F
TP11003	F	F	F	F	F	F
TP11004	M	M	F	F	F	F
TP11005	M	M	M	M	F	F
TP11006	M	M	F	F	F	F
TP11008	C	M	M	M	M	M

A1TX ConeJet® (A1TXA & A1TXB)

	bar										
		4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	10.0	12.0	
A1TXA8001	XC	XC	VC	VC	C	C	C	C	C	C	
A1TXA80015	XC	XC	VC	VC	VC	C	C	C	C	C	
A1TXA8002	XC	XC	XC	XC	XC	XC	VC	VC	VC	VC	
A1TXA80025	UC	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	
A1TXA8003	UC	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	VC	
A1TXA8004	UC	UC	UC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	

DG TeeJet® (DG E)

	bar					
		2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
DG90015E	M	M	F	F	F	F
DG9002E	M	M	M	M	M	M
DG9003E	C	M	M	M	M	M
DG9004E	C	C	M	M	M	M
DG9005E	C	C	C	M	M	M

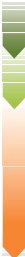

Turbo FloodJet® (TF)

	bar					
		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
TF-2	UC	XC	XC	XC	XC	VC
TF-2.5	UC	UC	XC	XC	XC	XC
TF-3	UC	UC	XC	XC	XC	XC
TF-4	UC	UC	UC	XC	XC	XC
TF-5	UC	UC	UC	UC	UC	XC
TF-7.5	UC	UC	UC	UC	UC	XC
TF-10	UC	UC	UC	UC	UC	XC

Turbo TeeJet® (TT)

	bar											
		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
TT11001	C	C	M	M	M	M	F	F	F	F	F	F
TT110015	VC	C	M	M	M	M	F	F	F	F	F	F
TT11002	VC	C	M	M	M	M	F	F	F	F	F	F
TT110025	VC	C	M	M	M	M	F	F	F	F	F	F
TT11003	VC	C	C	M	M	M	M	M	M	M	M	M
TT11004	XC	VC	C	C	M	M	M	M	M	M	M	M
TT11005	XC	VC	C	C	C	M	M	M	M	M	M	M
TT11006	XC	VC	VC	VC	VC	C	C	C	C	M	M	M
TT11008	XC	VC	VC	VC	VC	C	C	C	C	M	M	M

## ORDEN DE MEZCLA DE PRODUCTOS

ORDEN GENERAL	ORDEN DE ADICIÓN	TIPO DE FORMULACIONES Y OTROS PRODUCTOS
 <b>AGUA</b> <b>CORRECTORES</b> <b>SÓLIDOS</b>	<b>01</b>	Colocar agua hasta llegar a la mitad del volumen del tanque y comenzar la agitación
	<b>02</b>	Agregar correctores, como reguladores de pH, secuestrantes, etc.
	<b>03</b>	Agregar primero las bolsas hidrosolubles y permitir que se disuelvan completamente antes de agregar otro producto
	<b>04</b>	Agregar los polvos mojables (WP)
	<b>05</b>	Agregar los gránulos dispersables (WG)
	<b>06</b>	Agregar los gránulos solubles (SG)
<b>07</b>	<b>MANTENER LA AGITACIÓN PARA PERMITIR QUE LOS PRODUCTOS SECOS SE MEZCLEN COMPLETAMENTE Y ASEGURAR UNA DISPERSIÓN UNIFORME ANTES DE AGREGAR OTROS PRODUCTOS. ESTO PODRÍA TARDAR UNOS POCOS MINUTOS.</b>	
 <b>LÍQUIDOS</b> <b>OTROS</b> <b>AGUA</b>	<b>08</b>	Agregar las dispersiones oleosas (OD)
	<b>09</b>	Agregar las suspensiones concentradas (SC)
	<b>10</b>	Agregar las formulaciones (ZC), mezcla de suspensión de encapsulado y suspensión concentrada
	<b>11</b>	Agregar las suspensiones de encapsulados (CS)
	<b>12</b>	Agregar las suspo-emulsiones (SE)
	<b>13</b>	Agregar las emulsiones de aceite en agua (EW)
	<b>14</b>	Agregar los concentrados emulsionables (EC)
	<b>15</b>	Agregar las micro emulsiones (ME)
	<b>16</b>	Agregar los concentrados solubles (SL)
	<b>17</b>	Otros adyuvantes como aceites/surfactantes
	<b>18</b>	Micro nutrientes/fertilizantes foliares
	<b>19</b>	Completar con agua y continuar la agitación hasta el final de la pulverización

<b>PRODUCTO</b>	<b>LIMPIADOR</b>
2,4 D amida Acetoclor* Clopiralid Dicamba* Flumioxazin* Fluroxipir Mesotrione Picloram Sulfonilureas	<b>SOLUCIÓN AMONIACAL</b>
Tiametoxam Lambdacialotrina Azoxistrobina	<b>HUMECTANTE NO IÓNICO</b>
Biciclopirona Cyprodinil Glifosato	<b>AGUA</b>
Atrazina* Bentazón Cletodim Clorimurón Paraquat	<b>AGUA CON DETERGENTE</b>
Glufosinato de amonio Imazamox Isoxaflutole	<b>LIMPIADORES COMERCIALES*</b>
Profenofós Lufenurón	<b>AGUA CON LAVANDINA</b>





