



VI. PULVERIZACIÓN Y APLICACIÓN DE PESTICIDAS

Juan Inostroza F., Patricio Méndez L.
INIA Carillanca

Los niveles de pérdida en los cultivos debido a competencia de plagas, malezas y enfermedades pueden superar los valores tolerables, lo cual se debe principalmente a un mal manejo del cultivo, que involucra varias prácticas, entre las que se encuentran aplicaciones ineficientes de **agroquímicos**. Estas ineficiencias son debidas, en su gran mayoría, a problemas que presentan los equipos de pulverización, como ser boquillas pulverizadoras dañadas o desgastadas, manómetros fuera de servicio, filtros tapados, velocidades excesivas de trabajo, mala posición de las boquillas en la barra, desapropiada altura del botalón, otros.

6.1 BASES PARA UNA BUENA APLICACIÓN

La eficacia de una pulverización depende fundamentalmente de cuatro factores:

6.1.1 Calidad del agua: este factor es de extrema importancia y de esto dependen varios aspectos relacionados al éxito de la aplicación, la durabilidad de las boquillas y del estado general del equipo de pulverización.

El pH del agua (ácido o alcalino) provoca en algunos herbicidas totales (glifosato/sulfosato) modificaciones en su principio activo, provocando pérdidas de efectividad. Otro aspecto de importancia son las suspensiones inorgánicas que puede contener el agua, como ser limos y arcillas, elementos extremadamente abrasivos que generan un desgaste acelerado de los mecanismos de precisión (caudalímetro,

manómetros, reguladoras de presión) y de los orificios de las boquillas.

Por último las suspensiones orgánicas del tipo algas, restos de hojas, otros, que se pueden encontrar en el estanque provocan taponamientos en bombas, filtros y boquillas si al momento de la carga del estanque no son eliminadas por los sistemas de filtrado.

6.1.2 Efectividad del producto empleado: tiene relación con la elección acertada del producto para el control de plagas, malezas y enfermedades. Los plaguicidas aplicados correctamente no deben fallar. Puede contribuir a mejorar la efectividad del producto, el uso de coadyuvantes o aceites minerales que mejoran la adherencia del mismo. Es de suma importancia que el fabricante del producto especifique en la etiqueta las exigencias de la técnica de aplicación: caudal, presión, boquillas, altura del botalón, número de impactos mínimos, condiciones ambientales, otros.

6.1.3 Momento oportuno de aplicación: el éxito o fracaso de la pulverización depende del momento de la aplicación y esto tiene que ver con el estado del crecimiento o desarrollo de las malezas, enfermedades e insectos y con la mayor o menor sensibilidad de éstos. Siempre se debe tener claro la ubicación exacta del blanco u objetivo (malezas, insectos, otros), porque esto nos permite orientar la aplicación para lograr el mayor número de impactos en él.

6.1.4 Homogeneidad en la distribución: se logra mediante un buen equipamiento y





regulación de la pulverizadora, siendo también indispensable un buen mantenimiento del equipo, y sobre todo, un manejo correcto del mismo.

6.2 REGULACIÓN DE LA PULVERIZADORA

Antes de proceder a regular la pulverizadora es necesario leer atentamente las instrucciones del producto que se va a aplicar, para conocer el volumen de agua por hectárea recomendado.

6.2.1 Control de la velocidad de avance:

En el caso de las pulverizadoras de arrastre o suspendidas al enganche de 3 puntos del tractor, no es suficiente controlar la velocidad del tractor con el cuenta revoluciones (RPM) o lo que indique el manual del mismo con relación a los cambios de marcha.

Para obtener la velocidad expresada en km/h se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad (km/h)} = \frac{\text{Distancia (m)} \times 3,6}{\text{Tiempo (s)}}$$

La medición siempre será conveniente realizarla en el terreno donde se va a realizar el trabajo debido al radio bajo carga real que adoptará el neumático.

6.2.2 Verificación de las boquillas pulverizadoras

La eficiencia de una pulverizadora puede ser malograda por la mala elección de la boquilla o estado avanzado de desgaste, mala posición en el botalón, altura inadecuada o por la presión de trabajo no aconsejada.

Las boquillas son elementos básicos para una correcta uniformidad de distribución del producto sobre el cultivo y/o el suelo. El volumen de líquido pulverizado, el tamaño de gota y la distribución sobre la superficie influyen sobre los resultados. Se debe elegir el tipo y modelo de boquilla de acuerdo al volumen que se va a pulverizar por hectárea, el producto, la plaga y el cultivo a tratar.

6.2.3 Tipos de Boquillas

Cono hueco. Se utilizan especialmente para aplicar insecticidas y fungicidas. La nube de aspersión que produce forma un cono vacío en el centro, de ahí su nombre. Constan de dos partes básicas: un disco con un orificio de diámetro variable y una pieza circular o cilíndrica llamada rotor o difusor, que origina el movimiento rotatorio que forma el cono de aspersión. Las boquillas de cono hueco producen un espectro de gotas mediana y pequeñas y se usan en equipos terrestres, motorizados o manuales, y en equipos aéreos.

Cono sólido o cono lleno. Son similares a las anteriores. La diferencia radica en que el esparcidor o rotor tiene un orificio en el centro. Producen gotas más gruesas que las de cono hueco y por eso se recomiendan para aplicación de herbicidas postemergentes.

De abanico o cortina. Se usan básicamente para la aplicación de herbicidas porque producen gotas más grandes y menos sujetas a la deriva. El orificio de la boquilla no es circular sino lenticular o alargado. La nube de aspersión es plana, en forma de un abanico y de ahí su nombre. También se utilizan para tratar superficies planas como paredes, e incluso, las boquillas de orificios más pequeños, para aplicación de insecticidas y fungicidas. Existen





básicamente dos tipos: de abanico y de inundación.

De abanico plano. Su patrón de descarga disminuye hacia los extremos del abanico y por ello es necesario que haya un traslape entre la descarga de una boquilla y la de la boquilla siguiente, para que no queden franjas subdosificadas. Los abanicos deben cruzarse unos 10 cm arriba del suelo o del cultivo para lograr un traslape adecuado (Aprox. 15% a cada lado).

De abanico uniforme. Su patrón de descarga es igual a todo lo ancho del abanico y se recomiendan especialmente para las aplicaciones en banda. Las boquillas de abanico se identifican, en algunas marcas comerciales, por un número de 4 a 6 cifras: las dos o tres primeras indican el ángulo que forma el abanico a una presión de 40 libras por pulgada cuadrada (PSI) y las dos o tres últimas cifras la descarga en galones por minuto, también a 40 PSI. Las boquillas de abanico uniforme llevan después del número la letra E. Algunos fabricantes identifican sus boquillas por colores pero el código de colores

no ha sido reglamentado, de modo que varía de una marca a otra.

De inundación. Se conocen también como boquillas deflectoras, floodjet, de inundación, de baño o de yunque y también se conocen por su referencia TK seguida de un número que va desde 0,5 hasta 5. Este número significa el caudal, en décimos de galón por minuto, a una presión de 10 PSI (0,703 kg./cm³). Su aspersion produce un abanico plano con un ángulo de salida amplio y un chorro de trayectoria recta que golpea una pared que lo desvía en dirección casi perpendicular. Se utilizan para aplicar herbicidas pre o postemergentes, con bomba de espalda o de tractor y eventualmente con avión. Se usan con presiones bajas, máximo 30 PSI. A igual presión y descarga son las boquillas que producen las gotas más grandes.

Graduables. Llamadas también de cono variable, porque al girar el cuerpo de la boquilla el ángulo de aspersion varía desde un chorro angosto con gotas grandes hasta un cono amplio con gotas pequeñas.

Tabla 1. Principales características de boquillas cónicas y boquillas de abanico.

Boquilla tipo cónica	Boquilla tipo abanico
Trabaja con alta presión	Trabaja con baja presión
Genera gotas pequeñas	Genera gotas medias a grandes
Óptima cobertura	Cobertura media
Muy sujeta a deriva	Baja deriva
Mayormente utilizada en fungicidas e insecticidas	Mayormente utilizadas para herbicidas





Las boquillas deben complementarse con filtros para evitar obstrucciones. En general se usan filtros de malla 50, pero las boquillas de menor descarga pueden requerir filtros de malla 80 o 100. Además debe filtrarse el agua al cargar el equipo de aplicación, con filtros de malla por lo menos 25. Después de cada aplicación se deben limpiar los filtros.

La medición del caudal pulverizado de la boquilla debe hacerse a la presión indicada por el fabricante y siempre con agua limpia. Los métodos más usados son las jarras graduadas o los caudalímetros de caudal constante. Cualquiera sea el método elegido, se anota el caudal de cada boquilla, se suman los caudales y se calcula el caudal promedio. Aquellas que presenten desviaciones mayores o menores al 10% del valor de la media, deben ser sustituidas por otras nuevas.

Hay que tener en cuenta que la limpieza cuidadosa de una boquilla obstruida puede marcar la diferencia entre una dosis correcta o una sub o sobredosis. Bajo ningún concepto se recomienda el uso de objetos metálicos (clavos, alambres) para limpiar las boquillas, ya que esto provoca una deformación del

orificio que no se puede apreciar a simple vista. Esto trae aparejado una incorrecta distribución de producto y un aumento de la dosis del agroquímico. El elemento que se debe utilizar para efectuar la limpieza es un cepillo de cerda dura, similar al de dientes, ofrecido por los distribuidores.

6.2.4 Elección de las boquillas

Existen muchas clases de boquillas que producen diferentes caudales, ángulos de pulverización, tamaños de gota y perfiles. Algunas características están indicadas por el número correspondiente de la boquilla. Cada tipo de boquilla de pulverización está clasificada según sus diferentes condiciones de funcionamiento (Figuras 1 y 2). Por ejemplo, para las boquillas de pulverización de chorro plano estándar TeeJet se expresa el caudal en l/min (litros por minuto), mientras para las boquillas de cono hueco TX ConeJet, que tienen un caudal muy inferior, se expresa éste en l/h (litros por hora). Cuando se reemplacen las boquillas, utilizar siempre boquillas del mismo número, para asegurarse de que el pulverizador siga correctamente ajustado.

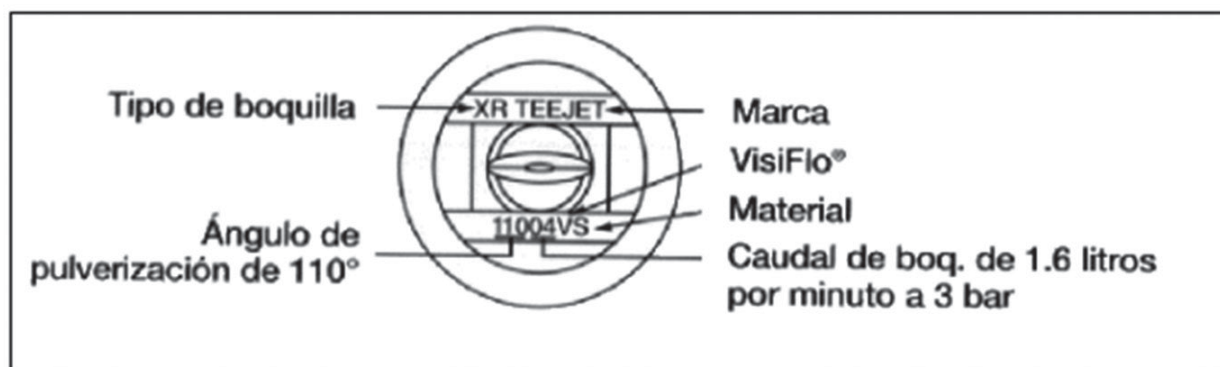


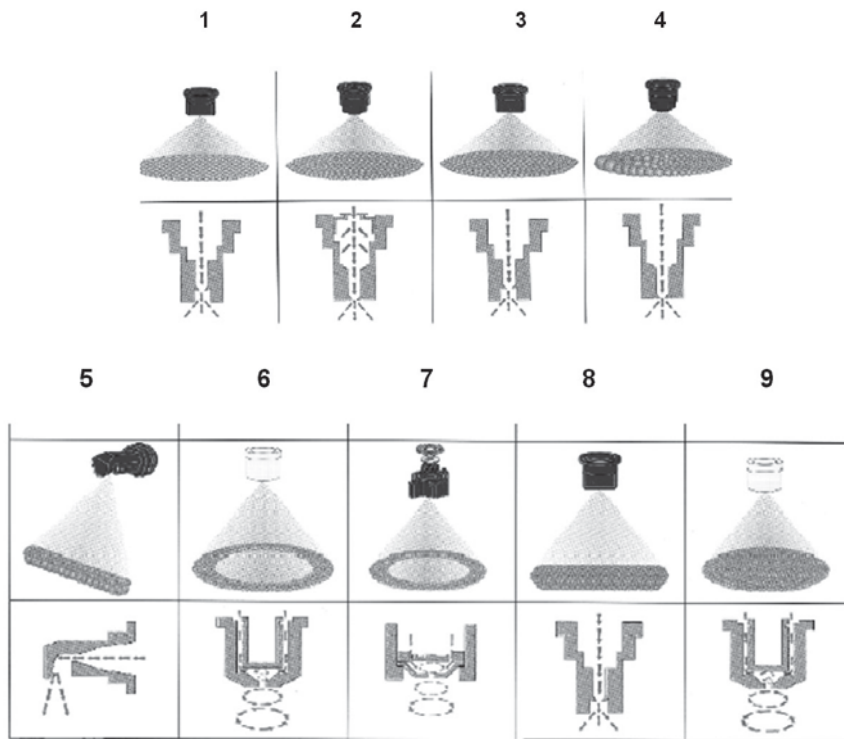
Figura 1





Figura 2

Figura 3. Esquemas de diferentes tipos de boquillas pulverizadoras



1. Boquilla pulverizadora de abanico plano standard.
2. Boquilla pulverizadora de abanico plano con reducción de deriva.
3. Boquilla pulverizadora de abanico plano de baja presión.
4. Boquilla pulverizadora de abanico plano de presión regulable.
5. Boquilla pulverizadora de abanico plano espejo o deflECTORA.
6. Boquilla pulverizadora tipo cono hueco.
7. Boquilla pulverizadora tipo cono hueco con núcleo y disco de turbulencia.
8. Boquilla pulverizadora de abanico plano en banda.
9. Boquilla pulverizadora tipo cono lleno.



6.2.5 Caudal

El caudal de la boquilla varía según la presión de pulverización. En general, **para duplicar el caudal a través de una boquilla, debe cuadruplicarse la presión.**

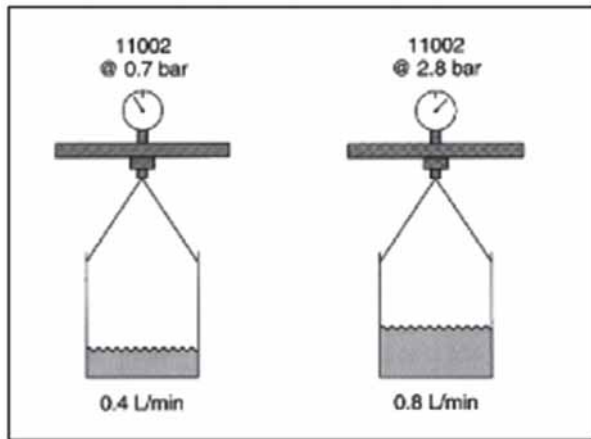


Figura 4

Una presión más alta no sólo aumenta el caudal de la boquilla, sino que también influye en el tamaño de las gotas y la velocidad de desgaste de los orificios. Al subir la presión de pulverización, disminuye el tamaño de las gotas se desgastan más rápidamente los orificios (Figura 4).

6.2.6 Alturas mínimas de pulverización recomendadas

Las indicaciones sobre la altura de las boquillas que figuran en la siguiente tabla están basadas en el recubrimiento mínimo requerido para obtener una distribución uniforme. Sin embargo, en muchos casos los ajustes estándar de la altura están basados en una relación de 1 a 1 en la distancia entre boquillas y la altura. Por ejemplo, las puntas de pulverización de chorro plano de 110° situadas a 50 cm. la una de la otra, suelen ajustarse a 50 cm por encima del objetivo.

Tabla 2. Alturas mínimas de pulverización recomendadas.

Tipo de Boquilla	Altura mínima de las boquillas (cm)			
	Ángulo de pulverización	50 cm de distancia	75 cm de distancia	100 cm de distancia
TeeJet (chorro plano)	56°	60	80	NR *
TeeJet, XR TeeJet	80°	50	70	NR *
TeeJet, XR TeeJet	110°	40	50	NR *
FullJet	120°	30**	40**	40**
FloodJet	120°	***	***	***

* No se recomienda.

**La altura de pulverización está basada en un ángulo de pulverización de orientación de 30° hasta 45°.

***La altura de la punta de pulverización gran angular depende de la orientación de la boquilla. El factor crítico es un recubrimiento doble del perfil de pulverización





6.2.7 Regulación de la altura del botalón o barra

La altura del botalón de pulverización es un factor esencial para una buena homogeneidad en la distribución del producto en el potrero (Figura 5), que dependerá del tipo de boquilla que se utilice y del cultivo del

que se trate. Consulte el manual de boquillas pulverizadoras de acuerdo al ángulo de pulverización y distancia entre pastillas (Figuras 6, 7 y 8).

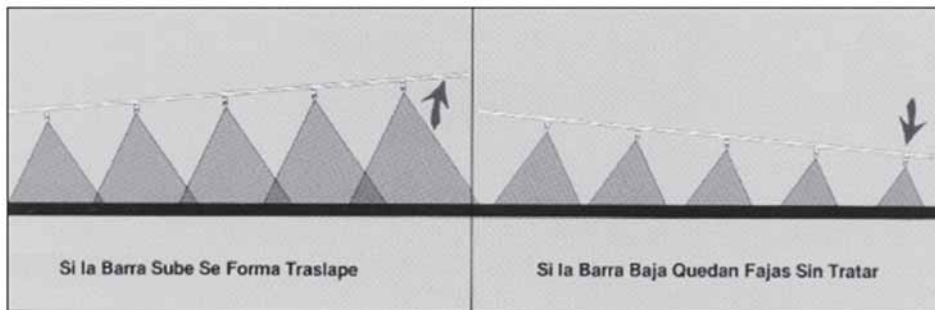


Figura 5: Errores por oscilaciones en la altura del botalón.

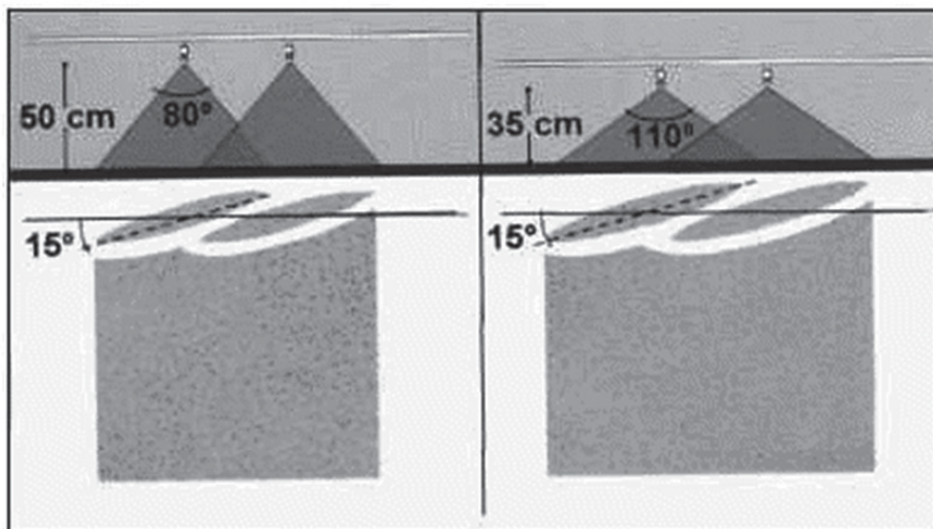


Figura 6: Indica la forma correcta de ubicar las boquillas abanico en el botalón con un cruce de 15° para evitar choques entre los abanicos. Se muestra también la variación de altura óptima de aplicación con el ángulo de la boquilla.





Figura 7: Boquillas para la aplicación en banda de chorro plano uniforme

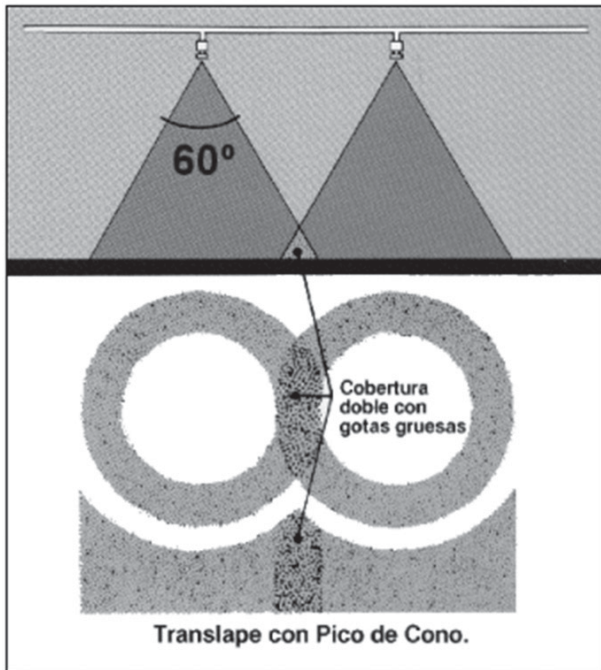
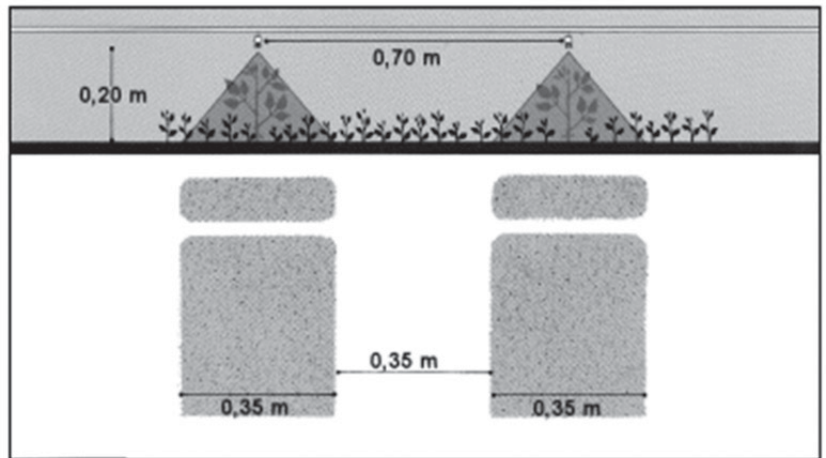


Figura 8: Boquillas de cono hueco para fungicidas e insecticidas que por su diagrama de aplicación resulta difícil lograr una cobertura uniforme requerida para los herbicidas.

6.2.8 Ubicación del objetivo

Cuando las malezas son muy desuniformes en altura se debe tener la precaución de ubicar bien el objetivo y generalmente se debe elevar unos centímetros la altura de aplicación (Figura 9).

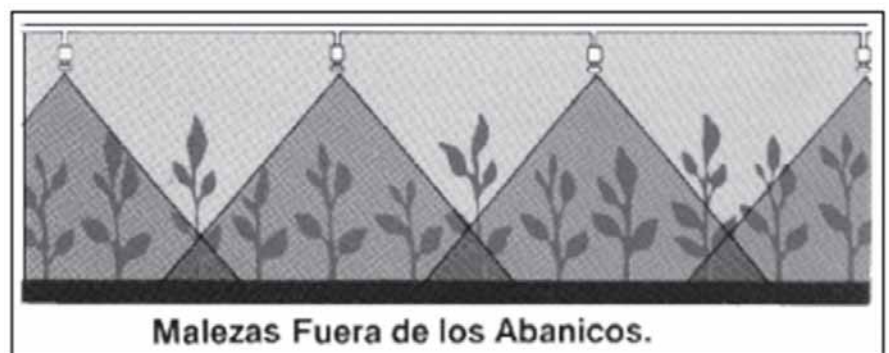


Figura 9



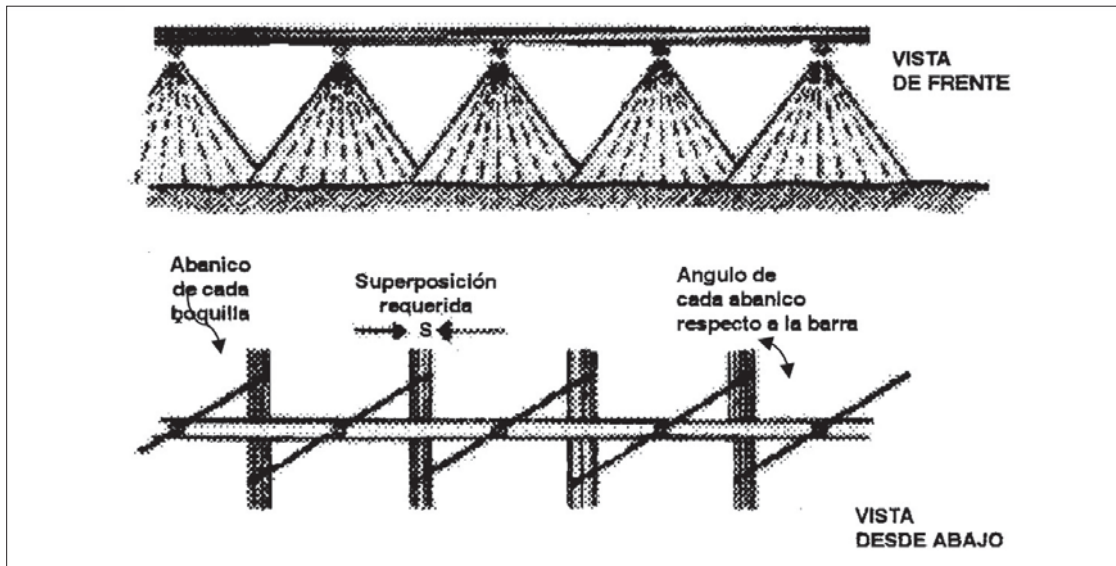


Figura 10. Posición de las boquillas con respecto a la barra de pulverización

6.2.9. Análisis de la distribución

Para analizar la distribución del botalón, actualmente hay disponibles una serie de bandejas recolectoras de diferentes tamaños. (Figura 11), en las cuales se recoge el líquido pulverizado por la boquilla y se diferencia la cantidad entregada por secciones, en el ancho de la cobertura del chorro. Con este procedimiento se construye un gráfico de entrega, denominado diagrama de distribución. Como el uso general de este tipo de boquillas es de cobertura total, para

obtener una distribución uniforme en todo el ancho del botalón se recurre a la superposición de los chorros contiguos para que se sume el líquido pulverizado de las zonas superpuestas (Figura 12). En caso de no disponer de ningún elemento de recolección, es suficiente observar la pulverización a contra sol y verificar que los diagramas de distribución no presenten rayones notorios ni superposiciones entre ellos.

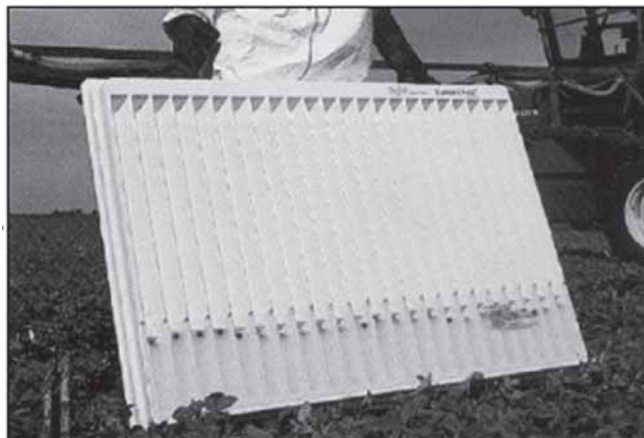


Figura 11. bandeja recolectora para analizar la distribución a lo largo del botalón



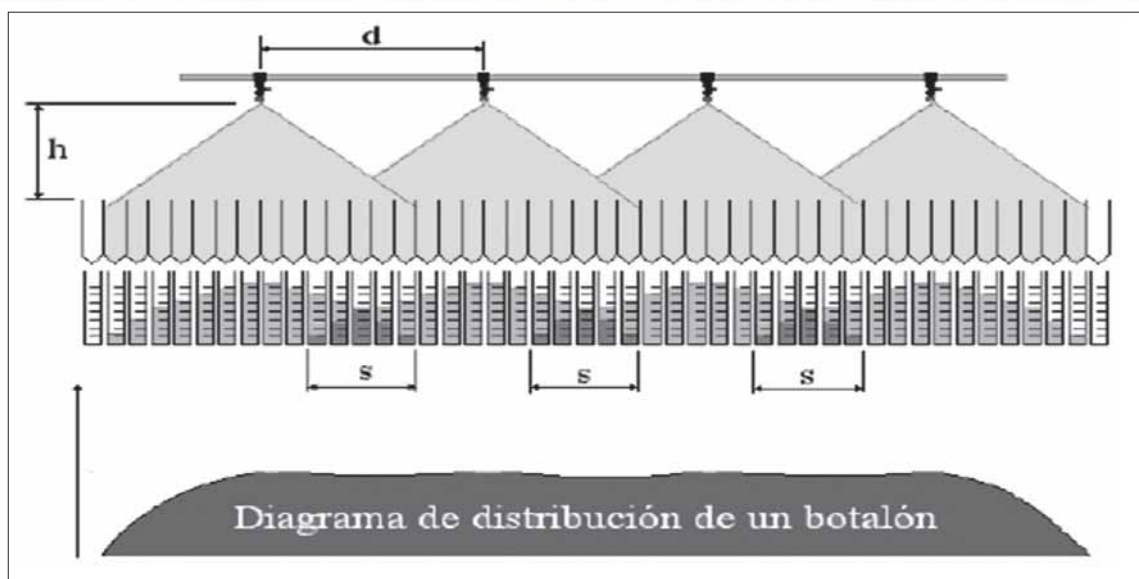


Figura 12

6.3 DERIVA

La deriva puede definirse como el envío de gotas fuera del objetivo deseado. Este fenómeno constituye uno de los problemas más importantes respecto del medio ambiente con el que se ven enfrentados los usuarios de pulverizadores. A fin de poder tomar la decisión correcta en la selección de boquillas y su aplicación, el usuario debe tener conocimiento del tamaño de las gotas.

6.3.1 Tamaño de gota. Se indica que las gotas inferiores a 200 micrones contribuyen a la deriva. Corresponde a gotas muy pequeñas que son llevadas por el viento.

Como referencia de número de gotas, se pueden tomar los valores recomendados por el Código de FAO, que son suficientes para llevar a cabo un control efectivo de las plagas, malezas o enfermedades.

Tabla 3. Número de gotas por cm^2 y su aplicación

Aplicación	Gotas/ cm^2
Insecticidas	20/30
Herbicidas preemergentes	20/30
Herbicida postemergente	30/40
Herbicida de contacto	30/40
Fungicidas	50/70

6.3.2 Características de la aspersion. Dos de los factores más importantes que determinan la efectividad de la aspersion son el rango o espectro de tamaño de las gotas y la cobertura del objetivo por el asperjado.

Las gotas pequeñas producen muy buena cobertura y se adhieren bien a superficies que son difíciles de mojar (figura 13), pero están expuestas a la deriva o arrastre y se evaporan rápidamente, especialmente a baja humedad relativa. Gotas de diámetro pequeño caen con relativa lentitud y, por lo tanto, son





arrastradas por el viento y pueden causar daños severos a los cultivos adyacentes. Las gotas mayores tienden a rebotar y desprenderse de superficies «difíciles de mojar», pero, en este caso la deriva y la evaporación son un problema menor.

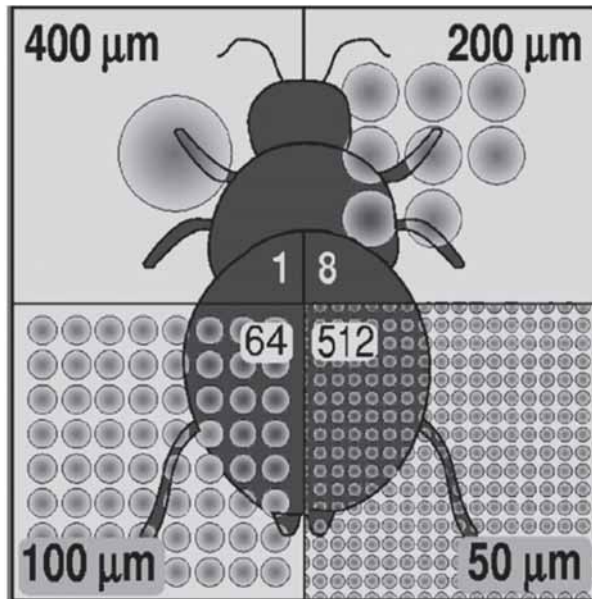


Figura 13. Esquema tamaño de gota y cubrimiento

6.4 PULVERIZADORAS TIPO MOCHILA.

El equipo más extensamente usado para aplicar productos químicos es la pulverizadora de tipo mochila accionada por palanca (figura 14). Ésta consiste de un tanque plástico, o menos comúnmente de metal, que se situará de forma erecta sobre el suelo para su llenado y que se ajusta cómodamente sobre la espalda del operador. La palanca acciona una bomba de tipo diafragma o de pistón. La capacidad del tanque típicamente varía de 10 a 20 litros, pero el peso total de la mochila llena no debe exceder de 20 kg.

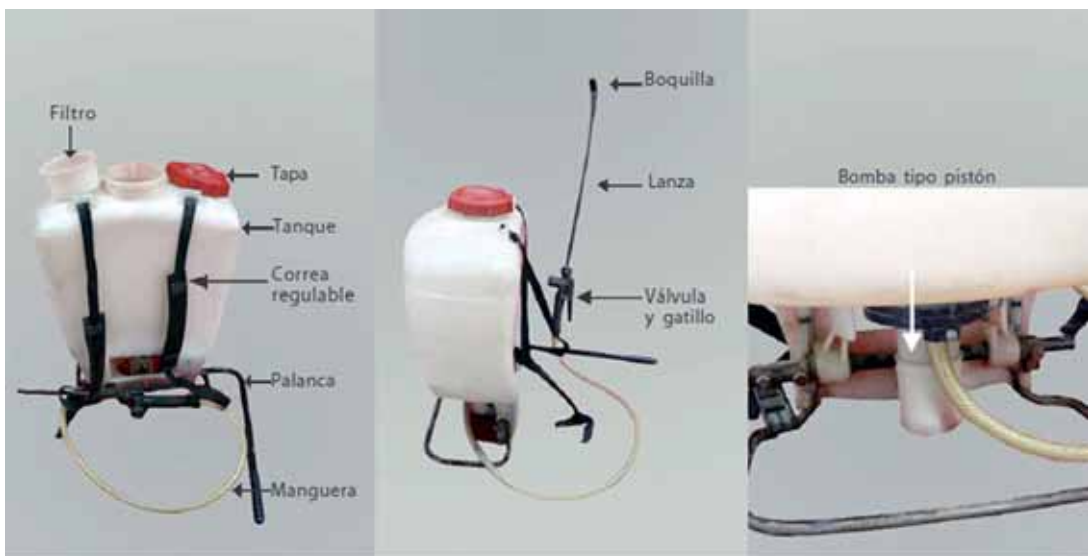


Figura 14. Esquema pulverizadora tipo mochila.





Para facilitar el llenado y la limpieza, el tanque debe tener una apertura amplia (90-100 mm de diámetro), que a menudo tiene acoplado un filtro grueso. La tapa debe tener un ajuste hermético y debe poseer un respiradero, con una válvula para evitar goteo del líquido de aspersión.

Las mochilas accionadas por palanca, la llevan por encima o por debajo del brazo. Las primeras son más fáciles de operar cuando se camina a través de vegetación alta, que se cruza sobre el entresurco, pero su uso es muy cansador y son más comunes las palancas debajo del brazo. Las primeras son preferidas para bombear materiales abrasivos, como los polvos humectables y las últimas se recomiendan para aspersiones de alta presión.

La bomba de diafragma accionada por palanca es más usada para aplicación de herbicidas y típicamente es operada a presiones entre 100 y 300 KPa (1 y 3 bar). Para mantener la presión de operación en la cámara la palanca debe ser accionada regularmente (aproximadamente 30 brazadas/minuto), pero si se usa una barra con multiboquillas o una boquilla de alta entrega de líquido, se debe aumentar la frecuencia del bombeo.

Es posible mantener una presión constante dentro de la cámara de presión mediante una válvula de escape, que en algunas mochilas se puede ajustar cuando se requieren presiones de aspersión alternativas.

6.4.1 Selección de boquillas para aspersores tipo mochila. Las boquillas pueden ser: de abanico (fan-jet), de cono y de inundación o de impacto (flood-jet). Las boquillas de abanico y de inundación (flood-jet) son las más usadas para aplicación de herbicidas. Las boquillas de cono, usadas con pulverizadoras de mochila producen un patrón de depósito de aspersión de cono hueco y generalmente son operadas a presiones más altas que las boquillas de abanico plano, y se usan principalmente para aplicar fungicidas e insecticidas.

Las boquillas se clasifican, de acuerdo con su calidad de aspersión (DMV), en las categorías de: «finas», «medias» y «gruesas» para usos normales, y «muy finas» (máquinas nebulizadoras) y «muy gruesas» (fertilizadoras) para usos especiales. En la Tabla 3 se muestran algunas características de diferentes calidades de aspersión.

Tabla 4. Efectos de la calidad de la aspersión sobre la retención, la deriva y el uso.

Calidad de aspersión	Tamaño de gota* m	Retención sobre superficies foliares difíciles de mojar	Usado para	Peligro de deriva
Fina	101-200	Buena	buena cobertura	medio
Media	201-300	Buena	mayoría de los productos	bajo
Gruesa	>300	Moderada	herbicidas de suelo	muy bajo

* diámetro de la mediana de volumen de las gotas.





6.4.2 Calibración de pulverizadoras tipo mochila. Es imprescindible calibrar la pulverizadora antes de usarla, con agua limpia como solución de aspersión. Se deben determinar tres factores básicos al calibrar la pulverizadora: la velocidad de traslado, el caudal de la boquilla (según tipo y presión de aplicación) y el ancho de la estela.

La velocidad de traslado se debe determinar sobre una superficie con vegetación similar a la que será tratada. Una velocidad típica de caminar asperjando es de 1 m/seg o 3,5 km/h. El caudal de la boquilla se debe determinar recogiendo y midiendo el volumen de líquido de aspersión emitido en 1 minuto. Cuando se usan pulverizadoras accionadas por palanca, ésta se debe accionar uniformemente, con brazadas completas, con el fin de mantener una presión lo más uniforme posible. Si tiene acoplada válvula de regulación de presión, ésta se debe colocar en un valor adecuado para la boquilla.

El ancho de estela es la distancia de aspersión efectiva cubierta por la boquilla o barra multiboquilla. El ancho de aspersión de una sola boquilla de abanico (fan-jet) es típicamente estrecha, mientras que con una sola boquilla de inundación o deflectora (flood-jet) se obtiene un ancho de estela mayor. Habiendo determinado el caudal de la boquilla en litros/minuto, conociendo el ancho de estela y la velocidad de traslado, se puede calcular el volumen de aplicación (o solución final) por unidad de área.

$$\frac{\text{caudal (l / min)}}{\text{estela (m) x velocidad (m / min)}} = \text{volumen de aplicación (l / m}^2\text{)}$$

Este valor se multiplica por 10 000 para obtener L/ha.

Con un ancho de estela de 1 m, una velocidad de traslado de 60 m/min y un caudal de boquilla de 0.6 L/min, el volumen de aspersión por hectárea es:

$$\frac{0.6 \text{ l / m}}{1 \text{ m} \times 60 \text{ m / min}} \times 10,000 = 100 \text{ l / ha}$$

Si el volumen de aplicación (solución final) es inadecuado, se pueden hacer ajustes pequeños variando la velocidad de traslado y/o la presión. Ajustes mayores exigen cambio de boquillas.

Para calcular la cantidad de producto comercial a aplicar en el tanque de la asperjadora, tome la dosis recomendada de la etiqueta del producto (litros o kilos por hectárea) y multiplique por el volumen del tanque de la asperjadora (o por el volumen de aspersión necesario si es menor que un tanque lleno). Este valor se divide entre el volumen de aplicación en l/ha (ver resultado arriba),

$$\frac{\text{dosis (l o kg / ha)} \times \text{volumen del tanque (litros)}}{\text{volumen de aplicación}}$$

Por ejemplo, si la dosis del herbicida es de 2.5 l/ha de producto comercial, la capacidad del tanque es de 20 l y el volumen de aplicación es de 100 l/ha, el volumen de producto comercial a colocar en el tanque es:

$$\frac{2.5 \text{ l / ha} \times 20 \text{ l}}{100 \text{ l / ha}} = 0.5 \text{ l de producto comercial}$$

Por lo tanto, se deben añadir 0.5 l del producto a 19.5 l de agua en el tanque de la asperjadora.





6.4.3 Aspersión. Mantenga la lanza (Figura 14) a la altura correcta sobre el objetivo para lograr el ancho de estela requerida y una aplicación uniforme. Evite asperjar cuando la velocidad del viento esté por encima de 6 km/h, ya que la deriva puede ser un problema. Debe considerarse que un aire muy quieto y condiciones soleadas pueden producir corrientes de convección que causan deriva en direcciones impredecibles. Se puede reducir la deriva mediante una menor altura de las boquillas, menor presión y boquillas mayores.

6.5 ASPERSIÓN SEGURA.

En la mayoría de las técnicas de aplicación generalmente, del total del producto que se aplica, un porcentaje llega al objeto y el resto queda en el medio ambiente, lo cual puede generar problemas de contaminación de suelo, aguas superficiales o subterráneas, especies animales y/o vegetales, otros.

Para una aplicación segura y efectiva el operador de la asperjadora (agricultor) debe aplicar la dosis adecuada de plaguicida en el volumen de agua adecuado, usando una correcta calidad de aspersion y en el momento óptimo

6.5.1 Mezclado de la solución de aspersion y llenado de la asperjadora. Los lugares de mezclado deben estar bien alejados de las vías o cuerpos de agua y otras áreas ambientalmente sensibles. Además en el mezclado se deben tener las siguientes consideraciones:

- Leer la etiqueta del producto
- Usar ropa protectora adecuada
- Agitar el envase del producto solamente si así lo indica la etiqueta.

- Verter y medir cuidadosamente la cantidad calculada.
- Llenar el tanque de la asperjadora hasta la mitad con agua limpia.
- Agregar el producto medido.
- Enjuagar el recipiente de medición y verter éstos en el tanque.
- Ajustar la tapa de la asperjadora y agitar suavemente la asperjadora para mezclar su contenido.
- Retirar la tapa, rellenar con agua hasta el nivel correcto y mezclar de nuevo.
- Desechar los envases vacíos con seguridad y, si es posible, devolverlos a los suministradores.

6.5.2 Condiciones ambientales apropiadas para pulverizar

- Humedad relativa del aire: entre 50% y 90%.
- Temperatura: entre 7° y 30 °C.
- Velocidad del viento: entre 4 y 6 km/h (sistema sin cortina de aire en las barras).

6.6 LO QUE NO SE DEBE HACER.

- Cargar la pulverizadora con agua impura (ph, impurezas orgánicas e inorgánicas)
- Llenar completamente el depósito antes de mezclar el producto.
- Mezclar productos en la pulverizadora antes de comprobar su compatibilidad, o sin conocer el procedimiento de mezclado.
- Preparar solución en exceso.
- Dejar la solución preparada de un día para el otro.
- Trasvasijar agroquímicos a otros recipientes que no sean los originales.





- Añadir bencina como antiespumante a la solución
- Trabajar a alta velocidad porque produce mala estabilidad del botalón
- Aplicar con viento excesivo
- Aplicar con excesiva presión (gota fina) con condiciones ambientales de alta evaporación (baja humedad relativa, alta temperatura y viento excesivo).

6.7 TECNOLOGÍA CORTINA DE AIRE.

Dentro de los recursos técnicos disponibles para reducir la deriva esta la aplicación con cortina de aire, en la cual una turbina insufla aire a través de una manga desde la barra hacia la superficie del cultivo formando una cortina neumática. La acción del aire origina una barrera, disminuyendo la acción del viento. El aire emitido sobre el cultivo, choca con este y lo mueve, mejorando la penetración de la pulverización.

La corriente de aire generada detrás de la boquilla con una alta velocidad, provoca una aislación total de las condiciones ambientales, ayudando a la gota a alcanzar el objetivo, además la corriente de aire provoca un movimiento del follaje que brinda una buena penetración, asegurando que las gotas puedan llegar a ambos lados de las hojas del cultivo o malezas. Por lo tanto, se disminuyen las pérdidas por deriva característica de las aplicaciones tradicionales con viento o elevada velocidad de avance.

6.7.1 Ventajas de las barras con cortina de aire.

Disminución de la deriva. En el sistema de cortina de aire, este sale al lado de las boquillas, impulsando las gotas pulverizadas

en dirección al blanco. Evaluaciones realizadas en Inglaterra, mostraron que hubo cerca de un 50% de reducción de la deriva utilizando el pulverizador de barras con cortina de aire.

Uso de menor volumen de agua. La aplicación con asistencia de aire permite usar, con gran seguridad, boquillas de bajo caudal con gotas pequeñas. Con la cortina de aire es posible utilizar boquillas de abanico con caudales entre 300 y 500 ml/min con poco riesgo de deriva; siendo cada vez más común la utilización de volúmenes de pulverización entre 50 y 100 l/ha.

Mayor producción diaria. El uso de bajos volúmenes de agua aumenta considerablemente la capacidad de pulverización del equipo. Cuando el volumen de pulverización pasa de 400 l/ha a 50 l/ha, aumenta de 34,6 a 59,7 ha/día pulverizadas, que corresponde a un aumento cercano al 73% en la producción diaria. El uso de cortina de aire es fundamental para trabajar con volúmenes de pulverización menores de 100 l/ha (herbicidas).

Menor número de paradas debido al viento. En una pulverización convencional, cuando el viento alcanza cerca de 15 km/h, se debe detener el pulverizador, pues la calidad de aplicación estará comprometida. Con pulverizador de cortina de aire, es posible aplicar con velocidades de viento de hasta 35 km/h, sin que exista una deriva significativa.

Menor número de reabastecimientos. La posibilidad de trabajar con menores volúmenes de agua aumenta la producción diaria del equipamiento y consecuentemente disminuye el número de reabastecimientos de agua necesarios, facilitando la operación de pulverización.





Mayor penetración del producto en el cultivo. El viento generado por el sistema impulsa las gotas en dirección al cultivo, mejorando mucho la disposición de las gotas en el mismo. En remolacha, se ha medido un aumento del 51% en la disposición del producto sobre las hojas, obteniéndose en la parte inferior del cultivo el mejor resultado.

Reducción del uso de productos. Debido a la adecuada aplicación, dado que no hay dependencia que la velocidad del viento disminuya, es posible reducir la cantidad de productos por unidad de área.

Se ha obtenido buen control de malezas, en herbicidas post emergentes, con media dosis en relación al sistema convencional. Sin embargo, al utilizar la dosis completa, la eficiencia del control de la barra con cortina de aire fue mejor que con el sistema convencional. Esto se debe a la mejor penetración y mejor cobertura por la combinación del flujo de aire en la planta y alrededor de la misma, sumado al efecto de agitación de la planta, que expone mas área de las hojas a la pulverización. De esta forma se llega mejor a la parte más vulnerable de las plantas, que es el tallo de las mismas.

Menor contaminación ambiental. Por colocar mas producto en el blanco, disminuye mucho la deriva y posibilita trabajar con menores caudales, se protege el medio ambiente reduciendo la posibilidad de contaminar las áreas próximas el cultivo.

Menor riesgo de contaminación del tractorista. Por la menor deriva también disminuye el riesgo de contaminación del tractorista. Además, para aumentar aun más la seguridad del operador, los equipos traen lavador de envases.

Uso de velocidades mayores del tractor. Puesto que se mejora la eficiencia de aplicación y se corrige el efecto del viento y el de velocidad de avance, es posible trabajar a una mayor velocidad que en un equipo convencional.

Eliminación del efecto paragua. La cortina de aire provoca un torbellino llegando a todas las malezas, lo mismo a aquellas que se encuentran «escondidas» bajo otras malezas, eliminando así el efecto paragua, muchas veces responsable de la baja eficiencia del control de malezas.

Mejor control de plagas, enfermedades y malezas. La mejor disposición del producto químico en el blanco, junto a la menor pérdida de producto por deriva y la eliminación del efecto paragua, produce un mejor control de plagas, enfermedades y malezas, muchas veces hasta con menores dosis de producto.

Mejor relación costo vs. beneficio. La posibilidad de utilizar menores dosis de producto con la misma eficiencia, la capacidad de producción diaria, el menor numero de reabastecimientos, y la posibilidad de efectuar menor numero de aplicaciones debido a su mayor eficiencia en la aplicación, redundara en una mejor relación costo vs beneficio.



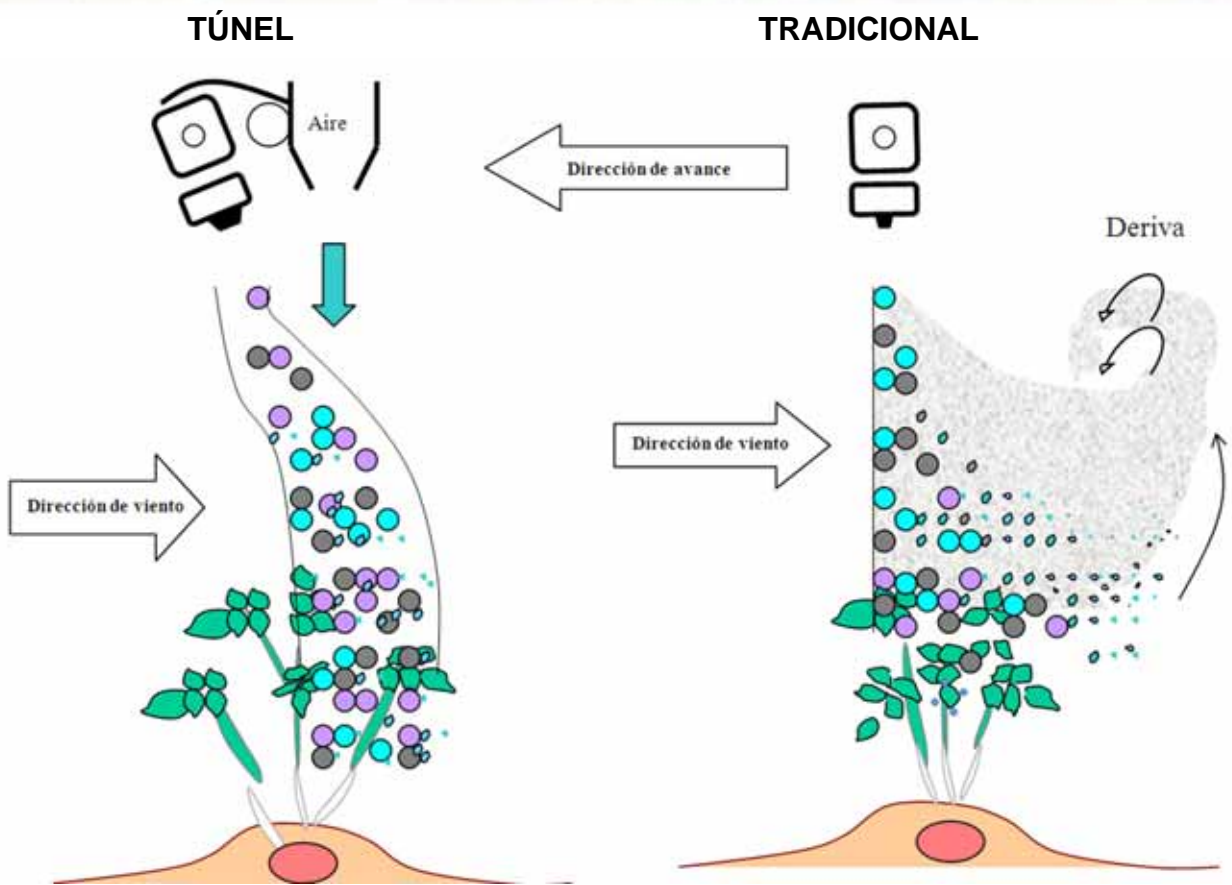


Figura 15. Efecto de la aplicación asistida por aire versus la pulverización tradicional

Bibliografía:

E. Contreras y M. Zapata. 2000. Técnicas de aplicación de pesticidas utilizando pulverizador manual. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín N° 29.

M. Boglani, G. Masiá, A Onorato. 2002. Pulverizaciones Agrícolas Terrestres, la exactitud mejora el rendimiento y asegura la protección del medio ambiente. Instituto de Ingeniería rural INTA Castelar.

M. Bragachini, A. Méndez, A. Martín. 2001. Pulverización calidad de aplicación y preservación del medio ambiente, *Proyecto Agricultura de Precisión – INTA*.

W. Perrez y G. Fordes. 2007. Manejo Integrado del tizón tardío. Hoja Divulgativa.

